AVI LOEB
EXTRATERESTRU
Primul semn de viață inteligentă
dincolo de Pământ

AVI LOEB

EXTRATERESTRU

Primul semn de viaţă inteligentă dincolo de Pământ

Original: *Extraterrestrial*
The First Sign of Intelligent Life Beyond Earth (2021)

Traducere din limba engleză de:
GEORGE-MIHAIL IONESCU

virtual-project.eu

2021

INTRODUCERE

Când aveţi prilejul, ieşiţi şi admiraţi universul. Acest lucru este posibil cel mai bine noaptea, fireşte. Însă universul aşteaptă mereu atenţia noastră, chiar dacă singurul obiect ceresc pe care îl putem observa la amiază este Soarele. Până şi o simplă privire spre cer ne poate ajuta să ne schimbăm perspectiva, zic eu.

Priveliştea de deasupra capetelor noastre este cât se poate de maiestuoasă noaptea, însă aceasta nu este o calitate a universului, ci mai degrabă o calitate a naturii umane. În talmeş-balmeşul grijilor cotidiene, mulţi dintre noi îşi petrec cea mai mare parte a timpului acordând atenţie lucrurilor aflate la câţiva metri în faţa noastră, iar când ne gândim la ce se află deasupra noastră, de cele mai multe ori se întâmplă deoarece suntem preocupaţi de vreme. Însă grijile noastre terestre tind să se reducă noaptea, iar, pentru cei norocoşi, măreţia Lunii, a stelelor, a Căii Lactee sau traiectoria unei comete ori a unui satelit devine vizibilă pentru telescoapele din curte sau chiar pentru ochiul liber.

Ce vedem în momentul în care catadicsim să privim cerul a inspirat omenirea de-a lungul istoriei. Într-adevăr, s-a presupus recent că picturile rupestre din Europa, vechi de patruzeci de mii de ani, ne demonstrează că strămoşii noştri îndepărtaţi au urmărit stelele. De la poeţi la filosofi, de la teologi la oameni de ştiinţă, cu toţii am găsit în univers provocări care să ne trezească admiraţia, să ne facă să acţionăm şi să dezvoltăm civilizaţia. La urma urmei, începuturile astronomiei au reprezentat un avânt pentru revoluţia ştiinţifică a lui Nicolaus Copernic, Galileo Galilei şi Isaac Newton, care au înlăturat Pământul din centrul universului nostru fizic. Aceşti oameni de ştiinţă nu au fost primii care au susţinut o viziune ceva mai autocritică asupra lumii noastre, dar, spre deosebire de alţi filosofi sau teologi care i-au precedat, aceştia s-au bazat pe o metodă care constă în ipoteze susţinute de dovezi, ceea ce a fost încă de pe atunci piatra de încercare a progresului civilizaţiei umane.

•••

Mi-am petrecut cea mai mare parte a carierei studiind universul, cu rigoare şi curiozitate. Tot ce este dincolo de atmosfera Pământului se află, direct sau indirect, în sfera de activitate a slujbei mele de zi cu zi. La momentul scrierii acestei cărţi lucrez la Universitatea Harvard în calitate de şef al catedrei de astronomie, sunt director fondator al Black Hole Initiative („Iniţiativa Gaura Neagră") de la Harvard, director al Institutului de Teorie şi Calcul din cadrul Centrului Harvard-Smithsonian pentru astrofizică,

preşedinte al Breakthrough Starshot Initiative („Iniţiativa Breakthrough Starshot”), preşedinte al Consiliului de fizică şi astronomie din cadrul Academiilor Naţionale, membru al consiliului consultativ pentru platforma digitală Einstein: Visualize the Impossible („Einstein: Vizualizaţi imposibilul”) de la Universitatea Ebraică din Ierusalim şi membru al Comitetului prezidenţial de consilieri pe probleme de ştiinţă şi tehnologie din Washington, DC. Sunt norocos să lucrez alături de cercetători şi de studenţi extraordinar de talentaţi pentru a scruta cele mai profunde aspecte ale universului.

Această carte pune una dintre cele mai profunde întrebări şi, fără îndoială, cea mai frecventă: Suntem singuri în univers? De-a lungul timpului, această întrebare a fost pusă în moduri diferite. Este oare viaţa de aici, de pe Pământ, singura formă de viaţă din univers? Oare oamenii sunt singura specie inteligentă în imensitatea spaţiului şi a timpului? O formulare mai bună şi mai precisă a întrebării ar fi aceasta: în toată imensitatea spaţiului şi pe toată perioada de viaţă a universului, există sau au existat alte civilizaţii inteligente care au explorat stelele şi au lăsat în urmă dovezi ale eforturilor lor, aşa cum a făcut civilizaţia noastră?

Consider că dovada care a trecut prin sistemul nostru solar în anul 2017 susţine ipoteza că răspunsul la ultima întrebare este da. În această carte voi analiza acea dovadă, voi testa acea ipoteză, întrebându-mă ce consecinţe ar putea urma dacă oamenii de ştiinţă i-ar acorda o credibilitate la fel de mare ca în cazul conjecturilor privitoare la supersimetrie, extradimensiuni, natura materiei întunecate şi posibilitatea existenţei unui multivers.

Însă această carte mai pune o întrebare, cumva mai dificilă. Suntem noi, oamenii de ştiinţă, dar şi cei simpli, pregătiţi? Este civilizaţia umană gata să se confrunte cu ce va urma după acceptarea concluziei noastre plauzibile, bazate pe dovezile ipotezelor conform cărora viaţa terestră nu este unică şi poate nici măcar deosebit de impresionantă? Mă tem că nu, iar prejudecata care predomină este un motiv de îngrijorare.

•••

Ca în multe alte profesii, tendinţele la modă şi conservatorismul se regăsesc şi în comunitatea ştiinţifică atunci când ne confruntăm cu lucruri nefamiliare. O parte din conservatorism provine dintr-un instinct lăudabil. Metodologia ştiinţifică încurajează o prudenţă motivată. Enunţăm o ipoteză, adunăm dovezi, testăm ipoteza prin comparaţie cu dovada disponibilă, apoi perfecţionăm ipoteza sau adunăm mai multe dovezi. Însă tendinţele la modă pot descuraja luarea în calcul a anumitor ipoteze, iar carierismul poate atrage atenţia şi resursele mai aproape de unele domenii şi le poate îndepărta de altele.

Cultura populară nu a fost de ajutor. Cărţile şi filmele ştiinţifico-fantastice descriu frecvent inteligenţa extraterestră într-un mod pe care cei mai serioşi oameni de ştiinţă îl consideră ridicol. Extratereştrii distrug oraşele Pământului, răpesc corpurile oamenilor sau încearcă prin mijloace întortocheate să ia legătura cu noi. Indiferent dacă au intenţii bune sau rele, de multe ori extratereştrii sunt înzestraţi cu o înţelepciune supraomenească şi stăpânesc legile fizicii într-un mod care le permite să manipuleze timpul şi spaţiul astfel încât să traverseze într-o clipită universul sau chiar un multivers. Ei folosesc această tehnologie pentru a frecventa sisteme solare, planete sau chiar baruri de cartier unde mişună viaţă inteligentă. De-a lungul anilor am ajuns să cred că legile fizicii încetează să se mai aplice doar în două locuri: în cazul singularităţilor şi la Hollywood.

În ce mă priveşte, nu-mi place domeniul ştiinţifico-fantastic atunci când se încalcă legile fizicii; îmi plac ştiinţa şi ficţiunea, însă numai când sunt oneste, nepretenţioase. Din punct de vedere profesional mă îngrijorează că aceste descrieri senzaţionaliste ale *extratereştrilor* au condus către o cultură populară şi ştiinţifică unde este acceptabil să luăm în râs discuţiile serioase despre viaţa extraterestră chiar şi atunci când dovezile ne indică limpede că acest subiect merită discutat. Şi într-adevăr, acesta este cu adevărat un subiect care merită discutat mai mult ca niciodată.

Suntem singura formă de viaţă inteligentă din univers? Literatura ştiinţifico-fantastică ne-a pregătit să ne aşteptăm la faptul că răspunsul este nu şi că va fi fulminant; în schimb, literatura ştiinţifică tinde să evite complet această problemă. Drept rezultat, oamenii sunt extrem de slab pregătiţi pentru o întâlnire cu un omolog extraterestru. După ce se termină genericul şi plecăm de la cinematograf, ne uităm înspre cerul nocturn, iar contrastul este izbitor. Deasupra noastră vedem în mare parte un spaţiu gol, aparent lipsit de viaţă. Însă aparenţele pot fi înşelătoare şi, pentru binele nostru, nu ne mai putem permite să fim înşelaţi.

•••

În *The Hollow Men* (*Oameni fără suflet*), meditaţia sa asupra perioadei de după Primul Război Mondial, poetul T.S. Eliot reflectează: „Aşa va sfârşi lumea/ Nu de la o explozie, ci de la o scânteie". Eliot cuprinde în câteva cuvinte forţa devastatoare a acestui conflict care până atunci fusese cel mai mortal din istoria omenirii. Dar poate fiindcă pasiunea mea academică timpurie a fost filosofia, eu aud mai mult decât disperare în versurile evocatoare ale lui Eliot. Aud şi o alegere etică.

Desigur, sfârşitul lumii va veni cel mai probabil într-un mod fulminant; Soarele nostru care acum are aproximativ 4,6 miliarde de ani se va transforma în circa şapte miliarde de ani într-o gigantă roşie care se va

extinde şi va pune capăt vieţii pe Pământ. Acest lucru nu este nici discutabil, nici o chestiune etică.

Nu, problema etică pe care eu o văd în *Oameni fără suflet* al lui Eliot nu se concentrează pe distrugerea Pământului, care este o certitudine ştiinţifică, ci pe dispariţia aproape la fel de inevitabilă a civilizaţiei umane, sau poate a întregii vieţi terestre.

Astăzi planeta noastră se îndreaptă spre o catastrofă. Degradarea mediului înconjurător, schimbările climatice, pandemiile şi riscul omniprezent al unui război nuclear constituie doar câteva dintre ameninţările cunoscute cu care ne confruntăm. Ne-am pregătit în nenumărate feluri pentru propriul sfârşit. Acesta ar putea veni printr-o explozie, printr-o scânteie sau prin niciuna dintre ele. Toate opţiunile sunt pe masă în acest moment.

Ce cale vom alege? Aceasta este problema etică din versurile poemului lui Eliot.

„Nu de la o explozie, ci de la o scânteie". Cum ar fi dacă această metaforă despre sfârşit ar fi adevărată în unele feluri? Ce-ar fi dacă răspunsul la întrebarea „Suntem singuri?" a fost rostit, dar în mod subtil, trecător, ambiguu? Ce-ar fi dacă ar trebui să folosim toate puterile noastre de observaţie şi de deducţie la capacitate maximă ca să ne dăm seama? Şi ce-ar fi dacă răspunsul la această întrebare ar fi cheia către altă întrebare pe care tocmai am pus-o cu referire la modul în care viaţa terestră şi civilizaţia noastră colectivă vor lua sfârşit?

•••

În paginile care urmează voi analiza ipoteza care a oferit umanităţii un astfel de răspuns pe data de 19 octombrie 2017. Iau în serios nu numai ipoteza, dar şi mesajele pentru omenire, lecţiile pe care le putem învăţa de aici şi unele consecinţe care ar putea urma dacă luăm sau nu atitudine pe baza acestor lecţii.

Cu toate că formularea răspunsurilor la întrebările ştiinţei, de la originea vieţii la originea oricărui lucru, ar putea părea una dintre cele mai arogante îndeletniciri umane, căutarea în sine este un semn de modestie. Dacă-i măsurăm toate dimensiunile, fiecare viaţă umană este infinitezimală. Realizările noastre individuale se văd doar în ansamblul eforturilor mai multor generaţii. Cu toţii stăm pe umerii predecesorilor noştri, iar umerii noştri trebuie să sprijine eforturile celor care vor urma. Uităm de acest lucru în defavoarea noastră şi a lor.

Mai există modestie şi în faptul că, atunci când ne străduim să înţelegem universul, suntem de părere că vina o poartă înţelegerea noastră, nu faptele şi legile naturii. Am fost conştient de asta încă de la o vârstă fragedă, aceasta

fiind una dintre consecinţele care m-au îndemnat să devin filosof în tinereţe. Am învăţat din nou toate acestea la începutul formării mele ca fizician şi am ajuns să apreciez mai mult acest lucru în calitate de astrofizician oarecum fără voie. În adolescenţă am fost influenţat în special de existenţialişti şi de atenţia pe care o acordă ei faptului că individul se confruntă cu o lume care pare absurdă, iar eu ca astrofizician acord o atenţie deosebită vieţii mele şi, desigur, întregii vieţi din univers. Am observat că, dacă privim umil atât filosofia, cât şi universul, ni se insuflă speranţa că putem realiza mai multe. Este nevoie de o colaborare ştiinţifică pe măsură a tuturor naţiunilor şi de o perspectivă cu adevărat globală, dar putem realiza mai multe.

Uneori mai cred că omenirea are nevoie de un ghiont.

Oare am observa dacă ar apărea dovezi ale vieţii extraterestre în sistemul nostru solar? Dacă ne aşteptăm la o invazie de nave care sfidează gravitaţia la orizont, nu riscăm cumva să ratăm sunetul subtil al altor sosiri? De exemplu, ce-ar fi dacă dovada ar fi fost o tehnologie inertă sau de mult apusă, să zicem echivalentul deşeurilor unei civilizaţii vechi de un miliard de ani?

•••

Iată un exerciţiu de gândire pe care îl dau studenţilor de la seminarul meu din primul an de la Harvard. O navă spaţială extraterestră a aterizat în curtea de la Harvard, iar extratereştrii au dat de înţeles că sunt prietenoşi. Vizitează, fac fotografii pe scările Bibliotecii Widener şi ating piciorul statuii lui John Harvard, aşa cum fac şi mulţi turişti pământeni. Apoi se întorc spre gazdele lor şi le invită să se urce la bordul navei spaţiale pentru o călătorie dus spre planeta extraterestră mamă. Gazdele înţeleg că este puţin riscant, însă oare ce aventură nu este?

Aţi accepta oferta? Aţi face călătoria asta?

Aproape toţi studenţii mei răspund afirmativ. În acest moment modific experimentul de gândire. Extratereştrii rămân amabili, însă acum îi anunţă pe prietenii umani că, în loc să se întoarcă la planeta-mamă, vor trece prin orizontul de eveniment al unei găuri negre. Din nou, o propunere riscantă, să fiu sincer, însă extratereştrii au suficientă încredere în modelarea teoretică a ceea ce urmează, aşa că sunt dispuşi să meargă. Ceea ce vor extratereştrii să ştie este dacă sunteţi pregătiţi. Aţi face călătoria asta?

Aproape toţi studenţii mei răspund că nu. Ambele călătorii sunt doar dus. Ambele implică necunoscute şi riscuri. De ce există răspunsuri diferite? Cel mai invocat motiv este că, în prima situaţie, studenţii mei ar putea în continuare să-şi folosească telefoanele pentru a-şi împărtăşi experienţele cu prietenii şi cu familia, şi, chiar dacă ar putea dura ani-lumină ca semnalele să ajungă pe Pământ, cel mai probabil ar face asta. Cu toate acestea,

călătoria prin orizontul de evenimente al unei găuri negre înseamnă că niciun fel de selfie, text sau informaţii nu ar putea fi transmise, indiferent cât de nemaipomenite ar fi. O călătorie ar putea aduce aprecieri pe Facebook sau Twitter, pe când cealaltă, în mod sigur, nu. În acest moment le reamintesc studenţilor mei că, aşa cum a susţinut Galileo Galilei după ce s-a uitat prin telescopul său, dovada nu are nevoie de aprobare. Acest lucru se aplică tuturor dovezilor, fie că sunt găsite pe o planetă îndepărtată, fie de cealaltă parte a orizontului de evenimente al unei găuri negre. Valoarea informaţiei nu constă în numărul de validări pe care le primeşte, ci în ceea ce facem cu acestea.

Apoi pun o întrebare la care mulţi studenţi de la Harvard consideră că ştiu răspunsul: Suntem noi, oamenii, cei mai tari din cartier? Înainte ca ei să răspundă, adaug: Priviţi spre cer şi imaginaţi-vă că răspunsul vostru va depinde în mare măsură de felul în care răspundeţi la una dintre întrebările mele preferate: suntem singuri?

Contemplarea cerului şi a universului de dincolo ne învaţă să fim umili. Spaţiul cosmic şi timpul au dimensiuni imense. Există mai bine de un miliard de trilioane de stele asemănătoare Soarelui în volumul observabil al universului, însă chiar şi cei mai norocoşi dintre noi trăiesc abia 1% dintr-o milionime, comparat cu durata de viaţă a Soarelui. Dar chiar şi dacă rămânem umili, asta nu ne împiedică să cunoaştem mai bine universul. Mai degrabă ar trebui să ne împingă să avem ambiţii mai mari, să ne punem întrebări mai dificile care ne contestă presupunerile, iar apoi să începem cu rigurozitate să căutăm dovezi, nu aprecieri şi like-uri.

•••

Cea mai mare parte a dovezilor din această carte au fost adunate timp de unsprezece zile, începând cu 19 octombrie 2017. Aceasta a fost perioada în care l-am putut observa pe singurul vizitator interstelar cunoscut. Analiza acestor date, combinată cu observaţii suplimentare, stabileşte constatările noastre cu privire la acest obiect ciudat. Unsprezece zile nu par atât de mult şi nu există un om de ştiinţă care să nu fi vrut să adunăm mai multe dovezi, însă datele pe care le avem sunt suficiente, şi pe baza acestora putem constata multe lucruri, pe care eu le detaliez parţial în paginile acestei cărţi. În schimb, toţi cei care au studiat aceste date sunt de acord cu o constatare: comparativ cu orice alt obiect pe care astronomii îl cunosc, obiectul a fost neobişnuit. Iar ipotezele pe baza particularităţilor acestui obiect observat sunt şi ele neobişnuite.

Eu susţin că explicaţia cea mai simplă pentru aceste particularităţi este că obiectul a fost creat de o civilizaţie inteligentă care nu este de pe Pământ.

Desigur, este doar o ipoteză, însă este întru totul ştiinţifică. Şi totuşi, concluziile pe care le putem trage pe baza acesteia nu sunt doar ştiinţifice, cum nu sunt nici acţiunile pe care le-am putea întreprinde pornind de aici. Motivul este că ipoteza mea simplă scoate în evidenţă unele dintre cele mai profunde întrebări la care omenirea a fost nevoită vreodată să răspundă, întrebări care au fost privite prin prisma religiei, filosofiei şi a metodologiei ştiinţifice. Acestea lasă o amprentă asupra oricărui lucru, indiferent de importanţa sa pentru civilizaţia şi viaţa umană, dar şi pentru orice formă de viaţă din univers.

Ştiu că, de dragul transparenţei, unii oameni de ştiinţă consideră ipoteza mea demodată, ieşită din tiparele ştiinţei tradiţionale sau chiar periculos de prost concepută. Însă consider că eroarea cea mai mare pe care o putem face este să nu luăm suficient în serios această posibilitate.

Să vă explic.

1. Cercetaşul

Cu mult timp înainte de a şti că există, obiectul a călătorit în direcţia noastră dinspre Vega, o stea aflată la 25 000 de ani-lumină depărtare. Pe 6 septembrie 2017 a intrat în planul orbital al sistemului nostru solar unde toate planetele se învârt în jurul Soarelui. Dar traiectoria extrem de hiperbolică a obiectului ne-a garantat faptul că doar ne va vizita, nu va rămâne.

Pe 9 septembrie 2017, vizitatorul a ajuns la periheliu, punctul în care traiectoria sa îl aduce cel mai aproape de Soare. Apoi a început să se îndepărteze de sistemul nostru solar, deplasându-se cu 94 790 de kilometri pe oră pe lângă astrul nostru, mai mult decât necesar pentru a evita gravitaţia solară. A trecut prin distanţa orbitală a planetei Venus venind dinspre Soare în jurul datei de 29 septembrie şi prin cea a Pământului în jurul datei de 7 octombrie, deplasându-se rapid spre constelaţia Pegasus şi spre întunericul de dincolo.

În timp ce obiectul se îndrepta din nou către spaţiul interstelar, vizita sa rămânea în continuare o necunoscută pentru omenire. Deoarece nu am acordat atenţie venirii sale, nu i-am dat un nume. Şi chiar dacă ar fi avut un nume, am rămas şi rămânem în continuare în deplină ignoranţă cu privire la care ar fi putut fi acesta.

Astronomii de pe Pământ au zărit oaspetele trecător numai după ce a trecut de noi. I-am dat acestui obiect câteva denumiri, iar într-un final am căzut de acord asupra uneia: 1I/2017 U1. Însă comunitatea ştiinţifică şi publicul au ajuns să-l cunoască pur şi simplu drept Oumuamua[1], un nume de origine hawaiiană care reflectă localizarea geografică a telescopului utilizat pentru a descoperi respectivul obiect.

•••

Insulele Hawaii sunt comori ale Oceanului Pacific care atrag turişti din toate colţurile lumii. Însă, pentru astronomi, acestea mai au o semnificaţie: ele găzduiesc unul dintre cele mai sofisticate telescoape ale planetei, o mărturie a celor mai avansate tehnologii ale noastre.

Printre telescoapele de ultimă generaţie din Hawaii se regăsesc cele care alcătuiesc Telescopul Panoramic de Sondaj şi Sistemul de Răspuns Rapid – Pan-STARRS –, o reţea de telescoape cu camere de înaltă definiţie, situate

1 Pentru simplificare, s-a adoptat scrierea fără apostrof, deci Oumuamua în loc de ’Oumuamua. (n. red.).

într-un observator de deasupra vulcanului stins Haleakala care se întinde pe cea mai mare parte a insulei Maui. Pan-STARRS1, unul dintre aceste telescoape, dispune de camera cu cea mai înaltă definiţie de pe planetă şi, de când a fost pus în funcţiune, acest sistem a descoperit per total cele mai multe comete şi asteroizi din apropierea Pământului în sistemul nostru solar. Însă Pan-STARRS mai are un merit: a adunat datele care ne-au informat iniţial despre existenţa Oumuamua.

Imagine telescopică combinată cu Oumuamua, primul obiect interstelar (încercuit) observat ca o sursă neidentificată a unui punct din centru. Acesta este înconjurat de urmele stelelor abia vizibile care s-au întins ca o serie de puncte când telescopul a surprins deplasarea lui Oumuamua. ESO/K. Meech ş.a.

Astronomul Robert Weryk, de la observatorul Haleakala, a descoperit Oumuamua pe 19 octombrie în datele colectate de telescopul Pan-STARRS, o serie de imagini care ne-au arătat obiectul drept un punct de lumină care accelerează de-a lungul cerului şi se deplasează mult prea rapid pentru a fi atras de gravitaţia Soarelui. Acest indiciu a determinat comunitatea academică să accepte faptul că Weryk a găsit primul obiect interstelar identificat vreodată în sistemul nostru solar. Cu toate acestea, până când am ajuns să-i dăm un nume obiectului, acesta se afla deja la peste 3 218 600 de kilometri de Pământ, aproximativ de 85 de ori distanţa până la Lună, şi se îndepărta rapid de noi.

S-a apropiat de noi ca un străin, dar a plecat fiind ceva mai mult de atât. Obiectul căruia i-am dat un nume a lăsat în urmă o serie de întrebări fără răspuns care ar trebui să atragă atenţia oamenilor de ştiinţă, dar şi imaginaţia lumii.

Cuvântul hawaiian *Oumuamua* (pronunţat „o-mu-a-mu-a”) se traduce cu aproximaţie prin „cercetaş”. În anunţul privind denumirea oficială a obiectului, Uniunea Astronomică Internaţională a definit *Oumuamua* uşor diferit, şi anume „primul mesager din depărtare”. În orice caz, numele indică în mod clar că obiectul a fost primul dintre altele care vor veni.

•••

În cele din urmă, Oumuamua a fost numit în presă „ciudat”, „misterios” şi „straniu”. Dar în comparaţie cu ce? Pe scurt, răspunsul este că acest cercetaş a fost ciudat, misterios şi straniu în comparaţie cu toate celelalte comete şi asteroizi descoperiţi vreodată.

De fapt, oamenii de ştiinţă nici nu pot spune cu certitudine dacă acest cercetaş *a fost* o cometă sau un asteroid.

Nu este ca şi cum nu am avea o bază pentru a face o comparaţie. Mii de asteroizi şi de roci spaţiale uscate care intră în spaţiul nostru sunt descoperite în fiecare an, iar numărul cometelor de gheaţă din sistemul nostru solar este mai mare decât pot instrumentele noastre să inventarieze.

Vizitatorii interstelari sunt mult mai rari decât asteroizii sau cometele. De fapt, la momentul descoperirii lui Oumuamua, nu mai văzuserăm niciodată un obiect care să fie originar din afara sistemului nostru solar şi care să treacă prin acesta.

Această particularitate a dispărut rapid. Al doilea obiect interstelar a fost descoperit la scurt timp după Oumuamua, iar în viitor vom descoperi cel mai probabil multe altele, în special cu ajutorul viitorului sistem Legacy Survey of Space and Time – LSST (Cercetarea moştenirii spaţiului şi timpului) de la observatorul Vera C. Rubin. Într-un fel, noi anticipam aceşti vizitatori încă dinainte ca ei să îşi facă apariţia. Statisticile ne arată că, deşi populaţia obiectelor interstelare care traversează planul orbital al Pământului este de câteva ori mai mică decât cea a obiectelor din sistemul solar, aceasta nu este neobişnuită în sine. Pe scurt, faptul că sistemul nostru solar joacă uneori rolul de gazdă pentru câteva obiecte interstelare este nemaipomenit, însă nu este niciun mister în asta. Iniţial, simplele informaţii despre Oumuamua nu ne puneau decât nişte semne de întrebare. Imediat după ce Institutul de Astronomie al Universităţii din Hawaii a anunţat descoperirea lui Oumuamua pe 26 octombrie 2017, oameni de ştiinţă din toată lumea au revizuit informaţiile de bază colectate şi au tras concluzii în legătură cu cele mai elementare lucruri: traiectoria lui Oumuamua, viteza şi

dimensiunile aproximative (sub o jumătate de kilometru în diametru). Niciunul dintre aceste detalii iniţiale nu a sugerat că Oumuamua era în vreun fel neobişnuit, cu excepţia originii sale din afara sistemului nostru solar.

Dar nu peste multă vreme, oamenii din ştiinţă care filtrau informaţiile adunate au început să facă referire la particularităţile lui Oumuamua: acele detalii care vor face curând să punem la îndoială presupunerea că acest obiect a fost unul obişnuit, fie el interstelar, cometă sau asteroid. Într-adevăr, la câteva săptămâni după descoperirea obiectului, la mijlocul lunii noiembrie 2017, Uniunea Astronomică Internaţională (organizaţia care acordă denumiri obiectelor noi identificate în spaţiu) a schimbat denumirea Oumuamua pentru a treia şi ultima oară. Iniţial UAI l-a numit C/2017 U1; C vine de la cometă. Apoi au schimbat denumirea în A/2017 U1; A vine de la asteroid. Într-un final, UAI l-a denumit 1I/2017, iar I vine de la interstelar. Până la acel moment, faptul că Oumuamua a sosit din spaţiul interstelar a fost unul dintre puţinele lucruri cu care toată lumea era de acord.

•••

Cum spune o veche zicală, omul de ştiinţă trebuie să se ia după dovezi. Analizarea dovezilor este un semn de umilitate, lucru care te scapă de ideile preconcepute care îţi pot întuneca observaţiile şi înţelegerea. La fel de multe se pot spune şi despre viaţa de adult care poate fi definită drept „punctul unde s-a adunat suficientă experienţă încât metodele să aibă o rată mare de succes în prognozarea realităţii". Poate că nu acesta este felul în care o poţi explica de fapt celor mici, dar consider că definiţia are părţile sale bune.

În realitate, aceasta înseamnă pur şi simplu că trebuie să ne permitem să ne mai poticnim. Să scăpăm de prejudecăţi. Să mânuim briciul lui Occam şi să căutăm cea mai simplă explicaţie. Să fim dispuşi să renunţăm la metodele care dau greş, lucru pe care mulţi îl fac atunci când acestea se ciocnesc de o sumedenie de informaţii imperfecte şi de legile naturii.

Este evident că există viaţă în univers, doar suntem dovada acestui fapt. Şi aceasta înseamnă că omenirea oferă date vaste, convingătoare, uneori înălţătoare, iar alteori solemne, pe care noi trebuie să le luăm în considerare când ne punem întrebări cu privire la acţiunile şi intenţiile oricărei alte forme de viaţă inteligentă care ar putea exista sau ar fi existat în univers. Deoarece suntem singurul exemplu al vieţii inteligente studiat în profunzime, este foarte probabil ca oamenii să deţină numeroase indicii despre comportamentul oricărei alte specii de viaţă inteligentă care a existat, există sau va exista în univers.

Ca fizician, sunt uimit de omniprezența legilor fizice care ne guvernează propria existență pe mica noastră planetă. Când privesc în cosmos sunt impresionat de ordine, de faptul că legile naturii pe care le găsim aici pe Pământ par să se extindă până la marginile Universului. Încă de dinaintea venirii lui Oumuamua aveam o mulțime de gânduri: omniprezența acestor legi naturale ne arată că dacă există viață inteligentă oriunde altundeva este mai mult decât sigur ca din aceasta să facă parte ființe care cunosc aceste legi omniprezente și care sunt dornice să se ia după dovezi, dornice de a teoretiza, de a aduna date, de a testa teorii, de a îmbunătăți și retesta. Și în cele din urmă, să facă ceea ce a făcut și omenirea: să exploreze.

Civilizația noastră a trimis cinci obiecte create de om în spațiul interstelar: *Voyager 1* și *Voyager* 2, *Pioneer 10 și Pioneer 11 și New Horizons.* Acest fapt arată că avem un potențial nelimitat de a ne aventura tot mai departe. Același comportament îl au și strămoșii noștri mai îndepărtați. Oamenii au călătorit timp de milenii în cele mai îndepărtate colțuri ale planetei și au căutat vieți diferite, vieți mai bune, sau au căutat ceva de dragul de a căuta, de multe ori fără să conștientizeze în vreun un fel peste ce lucruri ar putea da sau dacă se vor mai întoarce. Nivelul de conștientizare al speciei a crescut cu timpul: astronauții au reușit să călătorească până la Lună și înapoi în 1969, însă în continuare aceste acțiuni au rămas fragile. Nu pereții modulului lunar mai subțiri ca o foaie de hârtie i-au ținut pe astronauți în siguranță, ci știința și ingineria care au stat la baza construcției acestuia.

Și dacă alte civilizații s-ar fi dezvoltat printre stele, oare acestea nu ar fi nutrit aceeași dorință de a explora, de a se aventura dincolo de orizonturile familiare în căutare de ceva nou? Nu ar fi deloc surprinzător dacă am judeca după comportamentul uman. Într-adevăr, poate că aceste ființe au devenit atât de familiare cu întinderea nelimitată a spațiului încât au călătorit prin el în același mod în care noi, cei de pe Pământ, traversăm planeta. Strămoșii noștri au folosit termeni precum *călătorii* și *explorare* –, astăzi noi mergem în concedii.

În iulie 2017, eu împreună cu soția mea, Ofrit, și cu cele două fiice ale noastre, Klil și Lotem, am vizitat impresionanta colecție de telescoape din Hawaii. Ca șef de catedră al Departamentului de astronomie de la Universitatea Harvard, am fost invitat să țin o prelegere despre Insula Mare din Hawaii pentru a transmite emoția astronomiei unui public care parțial protesta împotriva construcției următorului mare telescop de pe vulcanul stins Mauna Kea. Am acceptat bucuros și am folosit oportunitatea pentru a vizita alte insule hawaiiene, printre care și Maui, o insulă care găzduiește telescoape de ultimă generație.

Tema mea a abordat cât de locuibil este universul şi care este posibilitatea ca în următoarele decenii să descoperim dovezi ale vieţii extraterestre. Odată ce vom realiza aceste descoperiri, omenirea va fi nevoită să ia în considerare faptul că nu suntem chiar atât de speciali. Ziarul local care mi-a mediatizat prezentarea a surprins foarte frumos ideea în titlul său: „Fiţi umili, pământeni”.

Prelegerea a fost ţinută cu mai puţin de o lună înainte ca Oumuamua să treacă fără ştirea pământenilor prin planul orbital al planetei Marte şi la câţiva kilometri de Pan-STARRS1, unul dintre telescoapele pe care le-am vizitat în această călătorie, o bijuterie tehnologică în domeniul cercetării. Trei luni mai târziu, datele adunate de Pan-STARRS aveau să ducă la descoperirea lui Oumuamua.

•••

Primul telescop al Pan-STARRS, PS1, a fost pus în funcţiune în 2008. Cu cincizeci de ani mai devreme, în anul 1958, fusese construit alt telescop la summitul de la Haleakala, dar nu a fost folosit pentru studiul astrelor. La vremea respectivă sateliţii sovietici erau spaima tuturor, iar America a vrut să îi poată urmări. Pan-STARRS, Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System, a avut un alt scop: să detecteze comete şi asteroizi care riscă să se ciocnească cu Pământul. Prin urmare, începând cu anul 2008 a devenit din ce în ce mai sofisticat. De-a lungul timpului au fost puse în funcţiune mai multe telescoape, însă cel mai important a fost Pan-STARRS2 care a devenit complet operaţional în 2014. Gama de telescoape denumite colectiv Pan-STARRS continuă să cartografieze cerul de deasupra noastră, să detecteze comete, asteroizi, explozii stelare şi multe altele.

Pe scurt, Războiul Rece a ajutat la punerea în funcţiune a unui observator de o asemenea complexitate şi bogăţie tehnologică încât, decenii mai târziu, în atmosfera rece şi senină din vârful vulcanului stins, un instrument din această gamă a făcut posibilă detectarea lui Oumuamua, care a trecut la doar câţiva ani după ce acest telescop special a fost dat în exploatare.

Este uşor să fii impresionat de caracterul de autoîndeplinire al acestor coincidenţe. Însă coincidenţele pot fi înşelătoare. O bună perioadă de timp din istorie, oamenii au apelat la explicaţii mistice sau religioase pentru a înţelege evenimente care nu au la bază cauze clare. Îmi place să cred că încă din copilăria şi adolescenţa civilizaţiei noastre omenirea a adunat suficientă experienţă, astfel încât metodele sale să aibă o rată de succes ridicată în prognozarea realităţii. Aţi putea spune că omenirea a ajuns treptat la maturitate de-a lungul istoriei consemnate.

Într-adevăr, majoritatea evenimentelor din viaţă se întâmplă din confluenţa mai multor cauze. Acest lucru se aplică exemplelor obişnuite

(mâncatul supei din bolul care stă în faţa voastră) şi cazurilor excepţionale (ei bine, în cazul originii tuturor lucrurilor). Acestea pot varia de la situaţii foarte personale (să zicem, o întâlnire care duce la o căsătorie din care rezultă două fiice dornice să îşi petreacă vacanţa în Hawaii) la globale (să zicem, posibilitatea absolut reală ca telescoapele noastre să descopere un obiect originar din afara sistemului nostru solar pe o perioadă de unsprezece zile din luna octombrie a acelui an).

•••

M-am întors din concediu împreună cu familia mea în casa noastră veche de un secol de lângă Boston, Massachusetts, în foarte multe privinţe diferită faţă de ferma din Israel unde am crescut. Dar dacă ne referim la ceea ce îmi hrăneşte iubirea faţă de natură, nevoia mea de a fi în mijlocul lucrurilor care cresc şi trăiesc în jurul nostru este la fel de mare.

În timpul unei plimbări de seară în pădurea de lângă casă am văzut un copac mare căzând în pădurea care se întinde lângă curtea noastră. Am auzit mai întâi cum se rupe, apoi l-am văzut cedând şi prăbuşindu-se. Am văzut că trunchiul său era gol. O mare parte a copacului murise de ceva ani, iar la acel moment nu a mai putut face faţă vântului. S-a întâmplat să fiu acolo pentru a-i vedea sfârşitul, o parte din lanţul cauzal la care am fost martor, dar asupra căruia nu am avut niciun control.

Însă acţiunile noastre pot schimba lucrurile în circumstanţe mai favorabile. Cu circa un deceniu în urmă, când familia mea s-a mutat prima dată în Lexington, am descoperit o ramură ruptă într-un copac tânăr din curte. Am fost sfătuit de un grădinar local să tai creanga aproape ruptă. La o analiză mai atentă am văzut că încă erau fibre vii care legau ramura de restul copacului. Am ales să o leg cu bandă adezivă. Astăzi ramura se înalţă înspre cer cu mult deasupra capului meu, însă banda adezivă a rămas la nivelul ochilor. Acel copac este lângă casă şi poate fi văzut de la ferestrele noastre. Îl arăt fiicelor mele pentru a le reaminti că faptele mărunte pot avea consecinţe extraordinare.

Unele dintre cele mai consecvente decizii sunt luate având la bază aşteptarea a ceea ce ar putea să rezulte de aici. Când am vindecat ramura acelui copac de lângă casa mea, acel moment nu a fost pentru mine numai unul de credinţă, ci şi o experienţă pe care aveam să o repetat adesea.

2. Ferma

Una dintre primele mele amintiri este cea în care am întârziat la şcoală, în prima mea zi din clasa întâi. Când am intrat în sala de clasă, copiii alergau de colo-colo şi săreau pe scaune, ba chiar şi pe bănci. Era un haos.

Reacţia mea a fost de curiozitate. M-am uitat la colegii mei de clasă şi m-am întrebat dacă nu trebuia cumva să mă alătur. Are sens să mă comport astfel? De ce fac asta? De ce aş face eu asta? Am stat lângă uşă o clipă încercând să găsesc răspuns la întrebările mele.

Învăţătoarea a sosit câteva secunde mai târziu. Ar fi un eufemism să spun că nu era fericită. Nu aşa voia să înceapă noul an şcolar. Pentru a-şi afirma autoritatea şi a-i calma pe elevi, ea a văzut în mine o şansă de a îndrepta lucrurile. „Uitaţi-vă cât de frumos se comportă Avi", a spus ea către clasă. „Nu puteţi să-i urmaţi exemplul?"

Însă pasivitatea mea nu era semnul unei calităţi. Nu luasem decizia că tot ce trebuie să fac este să stau liniştit şi să aştept sosirea învăţătoarei. Eu pur şi simplu nu mi-am dat seama dacă ar avea sens să mă alătur sau nu haosului.

Am vrut să spun asta învăţătoarei, dar nu am făcut-o, lucru pe care îl consider acum nefericit. Lecţia pe care colegii mei de clasă ar fi putut să o înveţe din comportamentul meu (o lecţie pe care în cele din urmă am învăţat-o şi eu şi pe care încerc să le-o dau şi propriilor mei studenţi) nu a fost despre faptul dacă trebuie să urmaţi sau nu mulţimea, ci mai degrabă despre faptul că ar trebui să staţi puţin pe gânduri înainte de a acţiona.

Din deliberare se naşte umilitatea nesiguranţei. Şi asta este o atitudine asupra vieţii pe care m-am străduit să o îmbrăţişez, să o cultiv în rândul studenţilor mei de la Harvard şi să o insuflu fiicelor mele. La urma urmei, este ceea ce părinţii mei au căutat să-mi insufle şi mie.

•••

Am crescut în Israel la ferma familiei noastre din Beit Hanan, un sat aflat la 24 de kilometri sud de Tel Aviv. Este o comunitate agricolă care datează din anul 1929 şi, la scurt timp după fondare, se lăuda cu 178 de locuitori. Cu toate acestea, în anul 2018 numărul crescuse abia cu 548 de suflete. Când eram copil satul ieşea în evidenţă prin livezile şi serele sale unde creşteau tot felul de fructe, legume şi flori. Acesta era şi un *moshav,* un sat special. Spre deosebire de un *kibbutz,* unde terenul este cultivat la comun, un *moshav* este format din familii individuale care deţin propriile ferme.

Ferma noastră era cunoscută pentru terenurile sale cu arbori pecan (tatăl meu era şeful industriei de arbori pecan din Israel), însă mai cultivam şi portocali sau grepfrut. Arborii pecan, care pot atinge peste 30 de metri înălţime, erau mai înalţi decât mine când eram tânăr, însă pomii de citrice, care dau un miros înţepător specific atunci când fructele se coc, rareori ajungeau la înălţimi mai mari de trei metri şi era mai uşor să te caţări în ei.

Îngrijirea plantaţiilor şi supravegherea utilajelor necesare îi ocupa tot timpul tatălui meu, David, care era specialist în rezolvarea problemelor. Într-adevăr, cel mai adesea îmi aduc aminte de el cu ajutorul anumitor obiecte: tractoarele pe care le întreţinea, livezile pe care le îngrijea, aparatele pe care le repara prin casă şi la ferma noastră. Îmi aduc aminte foarte limpede cum mă căţăram pe acoperişul casei noastre în vara anului 1969 pentru a mă asigura că antena de televizor ne va permite să urmărim aselenizarea lui *Apollo 11.*

Indiferent cât de priceput era tatăl meu, volumul mare de muncă însemna că rămâneau o grămadă de treburi zilnice pentru mine şi cele două surori ale mele. Creşteam pui, iar de la o vârstă foarte fragedă, eu adunam ouăle în fiecare după-amiază şi mi-am petrecut multe seri urmărind cu o lanternă să prind puii pufoşi care scăpau din cuşti.

În primele decenii ale vieţii mele, Israelul din anii 1960-1970 era un loc sărac. După sfârşitul celui de-al Doilea Război Mondial, refugiaţii evrei au mărit populaţia cu aproape o treime, iar numărul persoanelor din regiune a ajuns de la două milioane la puţin peste trei milioane. Mulţi au venit din Europa, iar amprenta pusă de Holocaust era omniprezentă. Mai mult decât atât, ţările arabe din Orientul Mijlociu aveau o atitudine absolut ostilă faţă de Israel, care era decis să-şi păstreze teritoriul. A urmat conflict după conflict: Războiul din Sinai din anul 1956 a fost urmat de Războiul de Şase Zile din 1967, urmat de Războiul de Yom Kippur din 1973. Deşi nu avea decât câteva decenii la momentul copilăriei mele, Israelul era atras de istoria recentă şi antică, iar israelienii de atunci, ca şi cei de acum, erau conştienţi că supravieţuirea naţiunii lor este condiţionată de o analiză atentă a consecinţelor propriilor alegeri.

Este şi o ţară frumoasă, iar Beit Hanan şi ferma familiei mele au fost nişte locuri superbe în care să creşti. Această atmosferă de libertate mi-a inspirat scrierile timpurii, observaţiile pe care le-am adunat şi le-am îngrămădit în sertarul de sus al biroului meu. Este adevărat că o bună parte din viaţa mea adultă am considerat cu tărie că mă voi putea întoarce oricând cu mare bucurie la ferma copilăriei mele, în cazul în care gândirea mea liberă îmi va face necazuri.

De obicei credem că viaţa înseamnă totalitatea locurilor pe care le vizităm. Dar aceasta este o iluzie. Viaţa reprezintă totalitatea evenimentelor, iar acestea sunt rezultatele unor alegeri dintre care doar câteva sunt ale noastre.

Desigur, există şi continuitate. Ştiinţa de care mă ocup are legătură în mod direct cu copilăria mea. A fost o perioadă inocentă în care îmi puneam întrebări despre marile probleme ale vieţii, mă bucuram de frumuseţea naturii şi mă plimbam prin livezi şi pe la vecinii apropiaţi din Beit Hanan, fără să-mi pese de statutul sau de rangul meu.

•••

Lanţul de cauzalitate care m-a adus la Beit Hanan a început în mare odată cu decizia bunicului meu (şi, în ebraică, tizul meu), Albert, de a fugi din Germania nazistă. El a anticipat mai limpede decât mulţi alţii posibilitatea unui cataclism, a unui derapaj rapid al evenimentelor care, chiar şi înainte de începerea celui de-al Doilea Război Mondial, le oferea evreilor o gamă tot mai restrânsă de opţiuni şi un risc tot mai ridicat de a îndura cele mai grave consecinţe dacă nu s-ar fi dat pe brazdă.

Din fericire pentru el şi pentru mine, Albert a luat decizia bună. A părăsit Germania în anul 1936 şi s-a mutat la Beit Hanan la scurt timp după fondarea sa. Deşi comunitatea agricolă era în mare parte tulburată şi afectată de spectrul războiului, la fel ca restul lumii, aceasta era un refugiu relativ sigur. La scurt timp după sosirea sa i s-au alăturat bunica mea Rosa şi cei doi fii ai lor, dintre care unul era tatăl meu, pe atunci în vârstă de unsprezece ani. Când a făcut trecerea de la societatea nemţească la cea evreiască, numele său a fost schimbat din Georg în David.

Şi mama mea, Sara, a venit în Beit Hanan de departe. Ea s-a născut şi a crescut la Haskovo, lângă capitala bulgară Sofia. Coincidenţa geografică prin care a ajuns bulgăroaică, şi nu nemţoaică le-a salvat viaţa ei şi familiei sale în timpul războiului. Deşi s-a aliat cu regimul nazist, Bulgaria şi-a păstrat suveranitatea şi, astfel, capacitatea parţială de a rezista cererilor categorice ale lui Adolf Hitler de a-şi deporta evreii în Germania. Cum circulau zvonuri despre lagărele de exterminare, Biserica Ortodoxă Bulgară a protestat împotriva deportărilor, iar regele bulgar a luat hotărârea de a refuza solicitările Germaniei. Mai exact, el a luat această decizie spunând că Bulgaria are nevoie de evreii săi pentru câmpul muncii, reuşind astfel să protejeze mulţi dintre evreii ţării, iar mama mea s-a putut bucura de o copilărie relativ normală. A studiat la şcoala unei mănăstiri franţuzeşti pentru ca mai apoi să intre la facultate în Sofia. Însă după sfârşitul războiului care a făcut din Europa o ruină şi după ce Uniunea Sovietică a

început să se extindă înspre vest, a părăsit şcoala şi a emigrat cu părinţii săi către noua naţiune a Israelului în anul 1948.

Primii fondatori ai Beit Hanan au fost din Bulgaria, aşa că nu a fost deloc de mirare că familia Sarei a ajuns acolo. Dar satul agricol era foarte diferit de oraşul cosmopolit şi de studiile universitare pe care le lăsase în urmă. Cu toate acestea, noua ei casă avea farmecul său. Sara l-a întâlnit pe tatăl meu la scurt timp după sosire. S-au îndrăgostit, s-au căsătorit şi au făcut trei copii: pe cele două surori mai mari ale mele, Shashana (Shoshi) şi Ariela (Reli), şi, în cele din urmă, pe mine în 1962.

La începutul acelei perioade, mama s-a dedicat familiei şi comunităţii. Era o bucătăreasă renumită pe plan local, iar îmbrăcămintea mea era dovada talentului său la tricotat pulovere, dar chiar şi în această relativă izolare din Beit Hanan, a rămas în continuare dedicată vieţii intelectuale. Prin aceasta nu mă refer doar la un interes pedant faţă de cunoaştere, ci la o dorinţă de a-şi pune în valoare intelectul pentru omenire. Acest lucru, dar şi integritatea ei, au făcut ca judecăţile sale imparţiale să fie recunoscute de oricine o cunoştea, de la conducerea satului nostru la cei care ne vizitau ferma pentru a primi sfaturi de la ea. Eu aveam acest privilegiu zi de zi. Mi-a arătat fără doar şi poate cât de mult îi pasă de calea mea în viaţă, de alegerile şi de interesele mele. Era dedicată şi minuţioasă în cultivarea curiozităţii copiilor săi, întocmai ca un grădinar care îşi udă şi îşi îngrijeşte mlădiţele.

Şi ea şi-a urmat calea. Când eram adolescent s-a întors la universitate, unde şi-a încheiat studiile de licenţă. Apoi şi-a continuat studiile, obţinând un doctorat în literatură comparată. Acestea nu erau îndeletniciri care o ţineau departe de noi. Într-adevăr, la încurajarea ei, i-am frecventat cursurile de filosofie şi tot la îndemnul ei mi-am croit drum printre cărţile de pe lista ei de lectură.

Datorită mamei am ajuns să mă îndrăgostesc de filosofie, mai ales de existenţialism. Visam să îmi câştig existenţa din gândire. La sfârşit de săptămână luam o carte de filosofie, de cele mai multe ori ceva scris de existenţialişti, inclusiv romanele lor atât de inspiraţionale, apoi mă duceam cu tractorul într-un loc liniştit pe dealuri şi citeam ore întregi cartea aleasă.

•••

În acea perioadă liniştită de la ferma familiei mele mi-am dat seama că, dacă omenirea va găsi vreodată o planetă locuibilă unde să stabilească un avanpost al civilizaţiei noastre, oamenii care o vor popula vor arăta şi vor acţiona cel mai probabil precum cei din Beit Hanan. După cum o arată şi istoria omenirii, necesitatea imediată de a stabili avanposturile unei civilizaţii reapare.

Aceştia s-ar axa din necesitate pe cultivarea hranei şi pe efortul colectiv de a se sprijini unul pe altul, de la cel mai bătrân la cel mai tânăr. Fiecare ar trebui să fie înzestrat cu resurse şi să aibă mai multe talente, să fie capabil să repare şi să dezvolte utilaje, să cultive culturi şi să educe tinerii. Şi mai cred că aceştia şi-ar putea adapta viaţa intelectuală chiar şi la mare depărtare. Mai bănuiesc că, atunci când copiii lor vor ajunge la vârsta majoratului, li se vor impune aceleaşi aşteptări cum mi s-au impus şi mie: o slujbă obligatorie în serviciul societăţii.

Planul meu de a deveni filosof şi de a aborda unele dintre problemele fundamentale cu care s-a confruntat omenirea a fost amânat o bună perioadă de timp din cauza înrolării obligatorii pentru toţi cetăţenii din Israel cu vârsta de peste optsprezece ani. Serviciul militar era obligatoriu pentru toată lumea. Deoarece dădeam speranţe în domeniul fizicii în perioada liceului, am fost selectat la Talpiot, un program nou, unde douăzeci şi patru de recruţi făceau anual cercetare în domeniul apărării, dar şi antrenament militar intens. Ambiţiile mele academice trebuiau lăsate deoparte. Studierea operelor lui Jean-Paul Sartre şi ale lui Albert Camus, filosofii existenţiali pe care îi citisem în tinereţe, nu se potrivea cu noul rol care îmi fusese atribuit. Pe durata serviciului militar studierea fizicii era cea mai creativă activitate intelectuală pe care o puteam avea.

Deşi purtam uniforma forţelor aeriene israeliene, ni s-au prezentat toate ramurile forţelor de apărare. Am urmat pregătirea de bază în infanterie, instruire de luptă în artilerie şi de inginerie şi am fost învăţaţi să conducem tancuri, să transportăm mitraliere pe timp de noapte şi să ne paraşutăm din avioane. Din fericire aveam o constituţie atletică, aşa că provocările fizice erau solicitante, dar suportabile. Şi pe lângă aceste responsabilităţi am îmbrăţişat cu sete şi studiile academice de la Universitatea Ebraică din Ierusalim.

La Talpiot ni s-a cerut să studiem fizica şi matematica, domenii ce păreau destul de apropiate de filosofie, iar studierea oricărei materii la universitate era mult mai interesantă decât târâtul prin mocirlă cu o armă în spate. Am făcut tot posibilul să justific încrederea guvernului în mine odată ce mi s-a oferit această oportunitate. Tot atunci am început să îmi dau seama că, deşi filosofia punea întrebări fundamentale, deseori nu putea oferi un răspuns. S-ar putea ca ştiinţa pe care am învăţat-o eu să mă fi pus într-o poziţie mai bună pentru a căuta răspunsuri.

•••

După trei ani de studiu şi de pregătire militară trebuia să încep să lucrez la un proiect industrial sau militar care putea fi pus imediat în practică. Dar eu căutam o cale mai creativă care să îmi ofere provocări intelectuale şi de

cercetare mai mari. Am vizitat o unitate care nu se afla pe lista oficială a destinaţiilor de cercetare, apoi am făcut o propunere ieşită din comun. La acel moment aveam în palmares atât realizări în sala de curs, cât şi în serviciul militar, aşa că la Talpiot mi s-a aprobat imediat ideea: mai întâi pentru o perioadă de probă de trei luni şi, eventual, pentru cei cinci ani rămaşi până la satisfacerea serviciului, din 1983 până în 1988.

Munca mea a evoluat rapid în noi direcţii, unele considerate destul de interesante de către armată. Condus de entuziasmul inovării ştiinţifice, am dezvoltat o teorie, care a fost brevetată, folosită la o nouă metodă de utilizare a descărcării electrice, care propulsa proiectilele la viteze mai mari decât cele care puteau fi realizate cu ajutorul propelanţilor chimici obişnuiţi. Proiectul a ajuns să angreneze un departament întreg, format din douăzeci şi patru de oameni de ştiinţă, şi a fost primul efort internaţional de a obţine finanţare de la Iniţiativa de Apărare Strategică a Statelor Unite (SDI), cunoscută şi drept „Războiul Stelelor", un concept ambiţios de apărare antirachetă anunţat de preşedintele Ronald Reagan în 1983.

La acea vreme, Războiul Rece, o competiţie de câteva decenii dintre Statele Unite şi Uniunea Sovietică, dintre democraţie şi comunism, dintre Vest şi Est, părea o trăsătură constantă a afacerilor internaţionale. Ambele părţi au acumulat arsenale vaste de arme nucleare, suficiente pentru a se distruge reciproc de mai multe ori. Ideea membrilor Buletinului Cercetătorilor în Fizică Atomică, denumită Ceasul Apocalipsei, menită să avertizeze omenirea cu privire la probabilitatea unei catastrofe provocate de om, era setată aproape întotdeauna cu şapte minute până la miezul nopţii.

SDI a luat parte la acea competiţie de anvergură. A avut viziunea folosirii laserelor şi a altor arme avansate pentru a distruge rachetele balistice ale inamicului şi, deşi s-a dizolvat în 1993, a avut un impact politic major care a grăbit finalul Războiului Rece şi prăbuşirea Uniunii Sovietice.

Această lucrare a stat şi la baza tezei mele de doctorat pe care am încheiat-o când aveam douăzeci şi patru de ani. Tema aleasă a fost fizica plasmei, care abordează multe dintre cele mai comune patru stări fundamentale ale materiei. Se regăseşte în stele, în fulgere şi în anumite ecrane de televizor. (Dacă vă întrebaţi, teza mea se numeşte „Accelerarea particulelor la energii înalte şi amplificarea radiaţiilor coerente prin interacţiuni electromagnetice în plasme" – un titlu mult mai greu de reţinut decât al acestei cărţi, ca să fiu sincer.)

•••

Chiar şi cu doctoratul luat nu eram sigur care ar trebui să fie următoarea mea alegere. Nu aveam destinul legat de o carieră în fizica plasmei. Mereu

m-a atras ideea să mă reîntorc la Beit Hanan. Şi o mare parte din mine voia să schimbe considerabil mersul lucrurilor şi să se întoarcă la filosofie. Cu toate acestea, am ajuns pe alt drum printr-o înlănţuire de alegeri, dintre care doar câteva au fost ale mele.

Totul a început cu o călătorie cu autobuzul în perioada serviciului meu militar. Fizicianul Arie Zigler, care stătea lângă mine, mi-a spus că locul cel mai prestigios pentru studii postuniversitare este Institutul de Studii Avansate (IAS) din Princeton, New Jersey. Mai târziu aveam să mă intersectez cu „părintele fizicii plasmei", Marshall Rosenbluth, în timpul unei vizite făcute la întâlnirea cu oficialii SDI din Washington DC şi apoi la conferinţa de fizică a plasmei de la Universitatea Texas din Austin. Ştiam că fostul său cămin academic era institutul, aşa că i-am cerut informaţii. El a fost imediat de acord cu ideea de a mă duce acolo pentru o scurtă vizită. Entuziasmat, am sunat-o imediat pe Michelle Sage, funcţionara administrativă de la IAS, şi am întrebat-o dacă aş putea face o vizită săptămâna următoare. Ea mi-a răspuns: „Nu permitem oricui să ne viziteze. Vă rog să-mi trimiteţi o copie a CV-ului dumneavoastră şi vă voi anunţa dacă ne puteţi vizita". Fără a fi descurajat, i-am trimis o listă de unsprezece publicaţii şi am sunat-o din nou după câteva zile. De data aceasta mi-a permis să îmi programez o vizită la sfârşitul şederii mele în Statele Unite. Când am ajuns în biroul ei în dimineaţa respectivă, Michelle a spus: „Există un singur membru al facultăţii care are timp liber la dispoziţie, Freeman Dyson. Permiteţi-mi să vă prezint".

Eram încântat. Mi-am amintit de numele lui Dyson din manualele mele despre electrodinamica cuantică. La scurt timp după ce am luat loc în birou lui Freeman, acesta a spus: „Oh, sunteţi din Israel. Îl ştiţi pe John Bahcall? Îi plac israelienii". Trebuie să fi văzut curiozitatea de pe chipul meu deoarece a precizat: „Soţia lui, Neta, este israeliancă". Am mărturisit că nu am auzit niciodată de acest om, cu atât mai puţin de soţia lui, Neta.

Am aflat că John Bahcall era astrofizician şi că urma să iau prânzul cu el. Întâlnirea s-a încheiat printr-o propunere de a mă reîntoarce la Princeton, într-o vizită de o lună. Am aflat că între timp a căutat referinţe în străinătate, întrebându-i pe cei mai de seamă cercetători israelieni, cum ar fi Yuval Ne'eman, ce părere au despre mine. Indiferent ce i s-a spus, la sfârşitul celei de-a doua vizite ale mele, John m-a invitat în biroul lui şi mi-a oferit o bursă prestigioasă pe o perioadă de cinci ani, dar cu condiţia că voi studia astrofizica.

Bineînţeles că am acceptat.

•••

Când am fost încurajat la început să-mi dedic cariera profesională astrofizicii, nici măcar nu ştiam din ce cauză străluceşte Soarele. Faptul că specializarea lui Bahcall era generarea de particule cu interacţiune slabă în interiorul fierbinte al Soarelui, denumite neutrini, a făcut ignoranţa mea în legătură cu acest subiect şi mai jenantă. Până în acel moment mă axasem pe plasmele terestre şi pe domeniile de aplicare ale acestora pe Pământ.

Mai exact, Bahcall cunoştea domeniul meu de cercetare din trecut, şi totuşi a extins oferta. Faptul că şi-a asumat riscul mi s-a părut remarcabil la acea vreme, iar astăzi mi se pare chiar mai mult decât atât. (Mediul academic s-a schimbat de atunci şi mă îndoiesc că ar mai fi posibil ca unui tânăr student să i se facă astăzi o ofertă similară.) Am fost şi rămân recunoscător. Am acceptat, hotărât să demonstrez că instinctele lui Bahcall, precum şi ale cercetătorilor remarcabili care m-au ajutat pe tot parcursul acestui drum, erau justificate.

Deşi a trebuit să muncesc ca să învăţ terminologia de bază a specializării şi să încep să scriu noi lucrări, domeniul îmi era familiar. Plasma este o stare pe care materia o atinge la temperaturi ridicate când atomii sunt dezagregaţi într-o sumedenie de ioni cu sarcină pozitivă (atomi care au pierdut câţiva electroni) şi electroni liberi cu sarcină negativă. Deşi cea mai mare parte a materiei obişnuite din universul actual (inclusiv din interiorul stelelor) se regăseşte într-o stare plasmatică, domeniul se concentrează pe condiţiile din laborator, considerabil diferite faţă de cele din spaţiu. Prima cercetare majoră de frontieră pe care am condus-o, punându-mi în valoare punctele forte de astrofizician, s-a axat pe perioada şi modul în care a fost transformată în plasmă materia atomică din univers. Astfel am devenit fascinat de universul timpuriu, de aşa-zişii zori cosmici sau de condiţiile în care s-a format fiecare astru.

După trei ani la IAS am fost încurajat să depun o cerere pentru un post de asistent universitar, inclusiv la unul de la Departamentul de astronomie de la Harvard. Am fost a doua lor opţiune. Departamentul oferea rareori posturi de titular asistenţilor, aşa că unii candidaţi se gândeau de două ori înainte de a accepta, inclusiv persoana căreia i se oferise slujba înaintea mea.

În ce mă privea pe mine, am acceptat cu bucurie. Îmi amintesc că m-am gândit foarte bine la decizia mea. Mi-am dat seama că puteam oricând să mă întorc la ferma tatălui meu sau să mă apuc de prima mea dragoste academică, filosofia, în cazul în care nu mi se oferea postul de titular.

Am ajuns la Harvard în 1993. Trei ani mai târziu am primit definitivatul.

•••

De atunci am ajuns să cred că John Bahcall nu numai că a avut încredere că aş putea face faţă trecerii de la fizica plasmei la astrofizică, dar a văzut în mine şi un spirit înrudit, sau poate chiar o versiune mai tânără a lui. Bahcall intrase la facultate cu gândul de a studia filosofia, dar a ajuns repede la concluzia că fizica şi astronomia ofereau o cale mult mai directă către cele mai elementare adevăruri ale universului.

Nu cu mult timp după ce mi-am luat rămas-bun de la John şi de la institut am ajuns la o concluzie similară. Când în 1993 am acceptat postul de asistent universitar la Universitatea Harvard, am decis că este prea târziu să fac o schimbare radicală în carieră şi să mă apuc din nou de filosofie. Mai important decât atât, m-am convins că toată „căsătoria aranjată" cu astrofizica m-a reunit de fapt cu vechea mea dragoste, nefăcând altceva decât să se îmbrace în haine diferite.

Mai târziu am ajuns să aflu că astronomia abordează întrebări care anterior se limitau la domeniile filosofiei şi religiei. Printre aceste întrebări se numără şi cele mai importante: „Cum a luat naştere universul?" şi „Care este originea vieţii?" Am mai aflat că, dacă ne uităm la imensitatea spaţiului contemplând începutul şi sfârşitul oricărui lucru, ni se oferă o posibilitate de a răspunde la întrebarea „De ce merită trăită viaţa?"

De multe ori avem răspunsul în faţă. Avem nevoie doar de curajul să recunoaştem asta. În timpul unei vizite la Tel Aviv din decembrie 1997, am avut o întâlnire pe nevăzute cu Ofrit Liviatan. Mi-a plăcut imediat de ea, iar această primă impresie a schimbat totul. În ciuda distanţei geografice dintre noi, prietenia noastră s-a consolidat. Nu am mai întâlnit pe nimeni ca ea şi am fost convins că nu voi mai întâlni.

Cu mult înainte de a mă confrunta cu dovezile furnizate de Oumuamua am învăţat că, dintre toate aspectele pe care ni le oferă viaţa, acceptarea dovezilor care ne sunt oferite şi cercetarea acestora cu admiraţie, modestie şi determinare pot schimba totul dacă suntem deschişi la posibilităţile pe care ni le oferă aceste date. Din fericire, eu eram în acel punct al vieţii mele.

Ofrit şi cu mine ne-am căsătorit doi ani mai târziu şi ea, la fel ca mine, şi-a găsit locul pe orbita Harvard în calitate de directoare a programului de seminare pentru studenţii din anul întâi al universităţii. Eu şi Ofrit ne-am crescut cele două fiice în vechea noastră casă de lângă Boston, construită cu puţin înainte ca Albert Einstein să îşi dezvolte teoria privind relativitatea restrânsă. De la decizia bunicului meu de a părăsi Germania în anul 1936, la părinţii mei care s-au cunoscut în Beit Hanan, până la Ofrit şi cu mine care le-am crescut pe Klil şi Lotem în Lexington, lanţul cauzalităţii sugera că filosofia, teologia şi ştiinţa sunt separate doar de o linie subţire. Când mă uit la copiii mei cum devin încet adulţi îmi aduc aminte că actele cele mai

banale ale existenţei noastre ne sugerează ceva miraculos care poate fi identificat până la Big Bang.

Cu timpul am ajuns să apreciez ştiinţa ceva mai mult decât filosofia. În vreme ce filosofii petrec o bună bucată de timp analizându-şi gândurile, oamenii de ştiinţă duc un dialog cu lumea. Adresezi naturii o serie de întrebări şi asculţi cu atenţie răspunsurile de pe urma experimentelor. Este o experienţă cât se poate de umilă atunci când acest lucru este făcut cu sinceritate. Teoria relativităţii a lui Albert Einstein nu a avut succes datorită eleganţei sale formale care a fost rezultatul unei serii de publicaţii între anii 1905 şi 1915. Nu a fost acceptată până în anul 1919 când Sir Arthur Eddington, secretar al Societăţii Astronomice Regale din Anglia şi astronom cu drepturi depline, a confirmat ipoteza conform căreia gravitaţia Soarelui ar putea să curbeze lumina. Oamenii de ştiinţă consideră cu adevărat frumos doar ce rămâne din teoria lor după ce aceasta a luat contactul cu datele.

Deşi mă lupt cu întrebările existenţiale ale tinereţii mele în mod semnificativ diferit faţă de modul în care o făcea Jean-Paul Sartre sau Albert Camus, cred că băiatul din tractorul de pe dealurile din Beit Hanan ar fi fost mulţumit de acest rezultat. El ar fi admirat succesiunea de oportunităţi şi de alegeri care au început printr-o întâlnire pe nevăzute şi au format o familie în Lexington.

Am mai învăţat o lecţie din povestea familiei noastre pe care eul meu mai tânăr nu ar fi avut cum să o priceapă, o lecţie pe care am avut-o în minte în ultimii ani de când studiez vizitatorii interstelari care apar în sistemul nostru solar.

Câteodată ceva extrem de rar şi de special ne iese în cale cu totul întâmplător. Viaţa ne face să vedem clar ce se află în faţa noastră.

•••

Cred că drumul neobişnuit al vieţii mele m-a pregătit pentru întâlnirea cu Oumuamua. Din punct de vedere ştiinţific, experienţa mea mi-a insuflat valoarea libertăţii şi diversităţii, mai ales în alegerea temelor de cercetare, dar şi în selectarea colaboratorilor.

Avantajele pe care le au astronomii dacă stau de vorbă cu sociologi, antropologi, politologi şi, desigur, filosofi pot fi extraordinare. Cu toate acestea, am învăţat că în mediul academic vocaţiile interdisciplinare au de multe ori soarta scoicilor aduse la mal: dacă nu le ia cineva spre păstrare, acestea se erodează cu timpul până când valurile neîncetate ale oceanului le transformă în fire de nisip imposibil de recunoscut.

Au fost multe momente de-a lungul carierei mele în care aş fi avut ocazia să fiu redirecţionat către căi diferite, mai puţin întâmplătoare. Viaţa mea

profesională mi-a oferit ocazia de a face cunoştinţă cu mulţi cercetători care au calificări similare cu ale mele, însă care nu s-au bucurat de oportunităţile pe care le-am avut eu. Dacă ne uităm cinstit ce talente există din mediul academic, ne vin în minte bărbaţi şi femei ale căror contribuţii sunt definite prin şanse oferite şi şanse refuzate. Acest lucru se poate aplica aproape tuturor categoriilor sociale.

Fiind conştient că mă aflu printre acele persoane cărora li s-au oferit astfel de oportunităţi, sunt foarte dedicat să ajut tinerii să îşi pună în valoare potenţialul, chiar şi atunci când acest lucru înseamnă să arunci o provocare nu numai ideilor ortodoxe, dar câteodată şi practicilor ortodoxe mai dăunătoare. Fiind parte din această misiune, am muncit din greu pentru a menţine atât în activitatea mea de profesor, cât şi în cea de cercetător o abordare a lumii pe care mulţi ar putea să o considere copilărească. Dacă oamenii cred asta, nu mă voi supăra. Din experienţa mea, copiii îşi urmează calea interioară mai sincer şi cu mai puţine pretenţii decât mulţi adulţi. Şi cu cât oamenii sunt mai tineri, cu atât este mai puţin probabil ca ei să-şi deformeze gândurile pentru a oglindi acţiunile celor din jur.

Această abordare a ştiinţei mi-a oferit unele dintre cele mai ambiţioase posibilităţi, ba unii ar putea spune chiar îndrăzneţe, indispensabile pentru domeniile pe care le studiez. De exemplu, ideea că Oumuamua, obiectul interstelar care a fost identificat traversând cerul în 2017, nu a fost un fenomen natural.

3. Anomalii

Ştiinţa este ca un roman poliţist. Pentru astrofizicieni, acest truism are farmecul său. Niciun alt domeniu al cercetării ştiinţifice nu se confruntă cu o astfel de diversitate de modele şi de concepte. Intervalul de timp al cercetării noastre începe înainte de Big Bang şi se întinde până la sfârşitul timpului, deşi recunoaştem că înseşi noţiunile de timp şi spaţiu sunt relative. Cercetarea noastră merge până la quarcuri şi electroni, cele mai mici particule cunoscute, ajunge la marginile universului şi analizează tot ce se află la mijloc, în mod direct sau indirect.

Şi foarte mult din munca noastră de detectivi rămâne neterminată. Noi încă nu înţelegem natura elementelor principale care alcătuiesc universul, aşa că le numim *materie întunecată* (care reprezintă de cinci ori mai multă masă cosmică decât materia obişnuită din care suntem făcuţi) şi *energie întunecată* (care domină materia întunecată şi pe cea obişnuită, deopotrivă, iar acest lucru provoacă, cel puţin în prezent, accelerarea cosmică specifică). Noi nu înţelegem nici ce a dus la expansiunea cosmică, nici ce se întâmplă în interiorul găurilor negre. Este vorba despre două domenii de studiu în care am fost profund implicat în toţi aceşti ani din momentul în care m-am reprofilat către astrofizică.

Există atât de multe lucruri pe care nu le ştim încât mă întreb adesea dacă o altă civilizaţie care a avut ocazia de a face cercetări ştiinţifice timp de un miliard de ani chiar ne-ar considera inteligenţi. Consider că posibilitatea ca membrii ei să fie suficient de amabili încât să ne creadă astfel nu va fi determinată de ce cunoaştem, ci de felul în care am ajuns să cunoaştem, adică de fidelitatea noastră faţă de metodologia ştiinţifică. Tocmai deschiderea noastră către căutarea datelor care ne confirmă sau ne infirmă ipotezele referitoare la pretenţia omenirii de a deţine inteligenţa universală va face acest lucru să rămână în picioare sau să pice.

De cele mai multe ori, ceea ce pune în mişcare romanul poliţist al unui astrofizician este descoperirea unei anomalii în datele experimentale sau de observare, o dovadă neconformă cu aşteptările noastre şi care nu poate fi explicată prin ce cunoaştem. În astfel de situaţii este o practică comună a se propune o gamă de explicaţii alternative pe care apoi le eliminăm pe baza unor noi dovezi până când este găsită interpretarea corectă. De exemplu, acesta a fost şi cazul lui Fritz Zwicky care a descoperit materia întunecată la începutul anilor 1930. Acest lucru se baza pe observaţiile conform cărora

mişcarea galaxiilor în roiuri necesită mai multă materie decât cea pe care o pot vedea telescoapele noastre. Propunerea sa a fost ignorată până în anii 1970 când date suplimentare despre mişcarea stelelor în galaxii şi viteza de expansiune a universului au oferit dovezi concludente în acest sens.

Acest proces de filtrare a informaţiilor poate diviza sau chiar produce o ruptură între domenii întregi de cercetare, poate aduce explicaţii tăioase, iar adepţii se vor îndrepta unul împotriva celuilalt până când una dintre părţi va aduce o dovadă convingătoare.

La fel s-a întâmplat şi la dezbaterea despre Oumuamua, o dezbatere care din lipsa unor dovezi convingătoare este încă în desfăşurare. De fapt, trebuie să recunoaştem clar că probabilitatea ca nişte cercetători să obţină vreodată dovezi convingătoare nu este foarte apropiată. Este imposibil să surprinzi şi să fotografiezi Oumuamua. Datele pe care le avem acum sunt tot ce vom avea vreodată, lucru care nu ne face decât să enunţăm explicaţii care să ţină cont pe deplin de dovezi. Desigur, acest lucru este întru totul o acţiune ştiinţifică. Nimeni nu va trebui să inventeze noi dovezi, nimeni nu va trebui să ignore o dovadă care este în contradicţie cu o ipoteză şi nimeni nu va trebui să adauge „şi aici se întâmplă un miracol", ca în desenele animate vechi cu oameni de ştiinţă care încearcă să rezolve o ecuaţie complexă. Poate că alegerea cea mai periculoasă şi îngrijorătoare ar fi să spunem despre Oumuamua că „nu este nimic interesant aici, trebuie să mergem mai departe, am aflat tot ce se putea, aşa că ar fi mai bine să ne întoarcem la vechile noastre preocupări". Din păcate, cele de mai sus denotă că asta se pare că au ales cei mai mulţi oameni de ştiinţă să facă.

Dezbaterea ştiinţifică privitoare la Oumuamua a fost relativ calmă la început. Pun acest lucru pe seama faptului că, la început, nu am fost conştienţi de cele mai enigmatice anomalii ale obiectului. Acest roman poliţist a părut în primă instanţă un caz închis: cea mai probabilă explicaţie cum că Oumuamua ar fi o cometă interstelară sau un asteroid a fost şi cea mai simplă, cea mai familiară.

Dar în timp ce toamna anului 2017 trecea, eu şi o parte importantă a comunităţii internaţionale continuam să fim nedumeriţi la analiza acestor date. Încă o dată, eu şi o parte importantă a comunităţii ştiinţifice internaţionale nu am putut demonstra exact ipoteza că Oumuamua a fost o cometă interstelară sau un asteroid, în timp ce ne străduiam cu toţii să stabilim o adecvare între dovadă şi ipoteză, am început să formulez ipoteze alternative pentru a explica multiplele particularităţi ale lui Oumuamua.

•••

Indiferent la ce concluzii vom ajunge cu privire la Oumuamua, cei mai mulţi astrofizicieni pot cădea de acord că a fost şi rămâne o anomalie în sine.

În primul rând, niciodată nu a fost observat vreun obiect considerat interstelar în sistemul nostru solar înainte de descoperirea lui Oumuamua. Tocmai asta l-a făcut pe Oumuamua unic, suficient pentru a atrage atenţia mai multor astronomi, fapt ce a dus la colectarea mai multor date care, ulterior, au fost interpretate şi s-a ajuns la concluzia că acestea dezvăluie mai multe anomalii, motiv pentru care a fost atrasă atenţia şi mai multor astronomi şi aşa mai departe.

Odată cu descoperirea acestor anomalii a început şi adevărata muncă de detectiv. Cu cât aflam mai multe despre Oumuamua, cu atât devenea mai clar că acest obiect era exact la fel de misterios pe cât se relatase în presă.

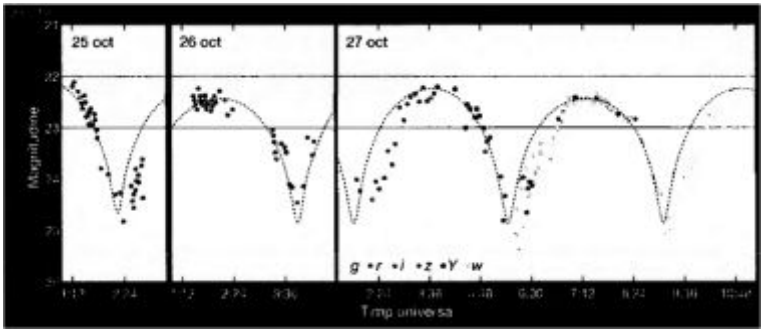
Imediat ce observatorul din Hawaii i-a anunţat descoperirea şi chiar atunci când Oumuamua se îndrepta spre alt sistem solar, astronomii din întreaga lume şi-au focalizat asupra lui cele mai diverse telescoape. Comunitatea ştiinţifică a devenit curioasă, fără doar şi poate. Era ca şi cum cineva ar veni la tine acasă la cină, dar numai în momentul în care iese pe uşă şi se îndreaptă spre strada cea întunecată devii conştient de toate calităţile sale ciudate. Noi, oamenii de ştiinţă, aveam nişte nelămuriri cu privire la vizitatorul nostru interstelar şi ne-am trezit că aveam tot mai puţin timp la dispoziţie ca să adunăm informaţii, lucru pe care l-am făcut revizuind datele pe care le aveam deja despre oaspetele nostru de la cină şi observându-i silueta care se îndepărta în noapte.

Una dintre întrebările presante era: cum arată Oumuamua? Nu am făcut şi nici nu avem o fotografie clară a obiectului pe care să ne bazăm. Însă avem date de la toate acele telescoape care, timp de unsprezece zile, au adunat tot ce se putea. Şi imediat ce ne-am focalizat telescoapele pe Oumuamua am căutat să aflăm o informaţie în mod special: în ce mod a reflectat Oumuamua lumina Soarelui.

Soarele nostru acţionează ca un felinar care luminează nu doar toate planetele care îl orbitează, ci şi fiecare obiect care se apropie suficient de mult şi este suficient de mare pentru a fi văzut de pe Pământ. Pentru a înţelege acest lucru, trebuie să luăm în considerare că aproape în toate situaţiile oricare două obiecte se vor roti unul în raport cu celălalt când vor trece unul pe lângă celălalt. Având în vedere acest lucru, imaginaţi-vă o sferă perfectă care trece pe lângă Soare în timp ce îşi croieşte drum prin sistemul nostru solar. Lumina solară care se reflectă de pe suprafaţa sa este invariabilă deoarece porţiunea sferei care se roteşte şi este îndreptată spre Soare rămâne neschimbată. Totuşi, orice altceva în afară de o sferă va

reflecta cantităţi variabile ale luminii solare pe măsură ce obiectul se roteşte. De exemplu, o minge de fotbal american reflectă mai multă lumină atunci când laturile sale lungi sunt îndreptate spre Soare şi mai puţină lumină atunci când laturile sale înguste sunt îndreptate spre Soare.

Pentru astrofizicieni, luminozitatea schimbătoare a unui obiect oferă indicii valoroase asupra formei sale. În cazul Oumuamua, luminozitatea obiectului a variat de zece ori la fiecare opt ore, acesta fiind timpul necesar dedus de noi pentru a încheia o rotaţie completă. Variaţia foarte mare de luminozitate ne-a indicat că forma lui Oumuamua avea extremităţi disproporţionate, sau o lungime între cinci şi zece ori mai mare decât lăţimea.



Variaţiile de luminozitate ale Oumuamua de-a lungul zilei (în ore), aşa cum au fost observate de diferite telescoape pe parcursul a trei zile din luna octombrie 2017. Punctele reprezintă măsurătorile realizate cu ajutorul diferitelor filtre pentru benzile vizibile şi cele de infraroşu-apropiat ale spectrului cromatic. Cantitatea de lumină solară reflectată s-a schimbat periodic cu circa un factor de zece (magnitudine 2, 5) pe măsură ce Oumuamua s-a rotit la fiecare opt ore. Acest lucru înseamnă că extremităţile disproporţionate sunt de cinci până la zece ori mai lungi decât lăţimea atunci când obiectul este văzut pe cer. Linia albă punctată arată o curbă preconizată dacă Oumuamua ar fi fost un elipsoid cu un raport de aspect de 1:10. *Imagine furnizată de Mapping Specialists, Ltd., adaptată după Observatorul European de Sud/K. Meech ş.a.* (*CC BY 4.0*)

La aceste dimensiuni am mai pus la socoteală şi alte dovezi despre dimensiunea lui Oumuamua. Am putea spune cu certitudine că obiectul a fost relativ mic. O asemenea traiectorie în apropierea Soarelui însemna

probabil că Oumuamua avea o temperatură foarte ridicată la suprafaţă, ceva care a fost vizibil pentru camera cu infraroşu a Telescopului Spaţial Spitzer pe care NASA l-a lansat în 2003. Cu toate acestea, camera telescopului Spitzer nu a putut detecta niciun fel de căldură emanată de Oumuamua. Aceasta ne-a încurajat să presupunem că Oumuamua trebuie să fi fost un obiect mic, şi de aceea greu de detectat de telescop. I-am estimat lungimea la circa 90 de metri sau dimensiunea unui teren de fotbal american, iar lăţimea la mai puţin de nouă metri. Să ne gândim că până şi un obiect extrem de subţire poate părea adesea că are o oarecare lăţime dacă este privit pe cer la o orientare aleatorie, aşa că lăţimea reală a lui Oumuamua ar putea fi mai mică.

Să presupunem că dimensiunea cea mai mare este măsurată exact, iar obiectul măsurat are câteva sute de metri lungime pe câţiva zeci de metri lăţime. Asta ar face ca geometria lui Oumuamua să fie şi mai disproporţionată de cel puţin câteva ori în ceea ce priveşte raportul de aspect sau raportul lăţime-înălţime, în comparaţie cu cele mai disproporţionate comete şi asteroizi pe care le-am văzut vreodată.

Imaginaţi-vă că lăsaţi această carte deoparte şi vă duceţi undeva să faceţi o plimbare. Întâlniţi alţi oameni. Probabil că aceşti oameni vă sunt străini şi nu există niciun dubiu că toţi arată diferit, dar dacă ne uităm la proporţii, toţi pot fi identificaţi drept fiinţe umane. Printre toţi aceşti trecători, Oumuamua ar fi o persoană a cărei talie ar fi mai mică decât încheietura mâinii. Dacă aţi vedea o astfel de persoană v-aţi pune la îndoială vederea sau felul în care vă raportaţi la oameni. Aceasta a fost în esenţă dilema cu care s-au confruntat astronomii când au început să interpreteze primele date despre Oumuamua.

•••

La fel ca în orice roman poliţist bun, dovezile care au apărut cu privire la Oumuamua peste un an de la descoperirea acestuia ne-au permis să renunţăm la anumite teorii şi să filtrăm ipotezele care nu aveau legătură cu faptele. Luminozitatea sa din timpul rotaţiei ne-a dat indicii vitale despre cum ar putea arăta Oumuamua. În al doilea rând, este vorba despre dimensiunea relativ mică, dar cu extremităţi disproporţionate, cu o lungime de cinci până la zece ori mai mare decât lăţimea, care a permis existenţa a doar două forme. Vizitatorul nostru interstelar era fie alungit ca un trabuc, fie plat ca o clătită.

În orice caz, Oumuamua a fost o apariţie rară. Dacă ar fi fost alungit, atunci nu am văzut niciodată vreun obiect spaţial natural de asemenea dimensiuni şi atât de alungit. Dacă ar fi fost plat, atunci nu am văzut niciodată vreun obiect spaţial natural de asemenea dimensiuni şi atât de

plat. Luaţi în considerare în acest context că toţi asteroizii care au fost văzuţi anterior în sistemul nostru solar aveau cel puţin trei rapoarte lungime-lăţime. Din câte am observat, Oumuamua avea între cinci şi zece.

Reconstituire grafică ce ilustrează Oumuamua drept o rocă alungită în formă de trabuc. Aceasta a devenit imaginea dominantă a obiectului interstelar. ESO/M. Kommesser

Şi mai era ceva.

Pe lângă faptul că era mic şi cu o formă stranie, Oumuamua era ciudat de luminos. În pofida dimensiunii sale reduse, pe măsură ce trecea de Soare şi reflecta lumina solară, Oumuamua s-a dovedit cât se poate de luminos, cu o reflexie de zece ori mai mare decât asteroizii şi cometele obişnuite ale sistemului solar. Dacă, din câte se pare, Oumuamua ar fi fost de câteva ori mai mic decât limita superioară de câteva sute de metri pe care cercetătorii au presupus-o, atunci reflexia lui ar fi atins valori fără precedent, anume niveluri de luminozitate asemănătoare cu ale unui metal strălucitor.

•••

Când s-a anunţat prima dată descoperirea lui Oumuamua, toate aceste particularităţi luate împreună ni se păreau captivante, alcătuind un soi de enigmă pentru astronomi. Luate împreună, aveau nevoie de o ipoteză care să poată explica de ce un obiect care apare în mod natural (iar în acest punct nimeni nu susţinea că Oumuamua ar fi altceva) ar avea caracteristici atât de rare din punct de vedere statistic.

Cercetătorii au argumentat că, probabil, dimensiunile ciudate ale obiectului au fost cauzate de expunerea sa la radiaţii cosmice timp de sute

de mii de ani, în timp ce a traversat spaţiul interstelar înainte de a ajunge în sistemul nostru solar. Teoretic, radiaţiile ionizante ar fi putut eroda semnificativ roca interstelară, deşi nu este clar de ce un asemenea proces i-ar fi dat această formă lui Oumuamua.

Sau poate că motivele ciudăţeniei lui Oumuamua rezidă tocmai în originea acestuia. Probabil a fost respins violent de o planetă printr-o praştie gravitaţională, într-un mod care ar explica unele dintre trăsăturile sale. Dacă un obiect cu dimensiuni potrivite ajunge la o distanţă adecvată de o planetă, o parte a acelei planete poate fi împinsă sau aruncată în spaţiul interstelar ca dintr-o praştie. Dimpotrivă, poate că a fost eliberat uşor dintr-un strat de obiecte îngheţate care orbitează în afara sistemului solar, ceva similar cu Norul lui Oort din sistemul nostru.

Putem formula o ipoteză pornind de la presupuneri referitoare la tranzitul lui Oumuamua sau de la presupuneri referitoare la originile sale. Dacă forma sa ciudată şi proprietăţile de reflexie ar fi însumat întregul caracter distinctiv al lui Oumuamua, orice teorie ar fi putut fi satisfăcătoare. În acest caz aş fi rămas curios, dar aş fi mers mai departe.

Dar nu m-am putut abţine să nu mă alătur acestui roman poliţist dintr-un simplu motiv, şi anume din cauza celei mai mari anomalii a lui Oumuamua.

După cum am menţionat, când Oumuamua a parcurs o parte a drumului său din jurul Soarelui, traiectoria sa a fost deviată de la cea aşteptată, având în vedere forţa gravitaţională a Soarelui. Nu exista nicio explicaţie evidentă pentru acest fapt.

Acestea au fost pentru mine cele mai discutabile date pe care le-am acumulat în aproximativ cele două săptămâni în care l-am putut observa pe Oumuamua. Această anomalie privitoare la Oumuamua, precum şi alte informaţii pe care cercetătorii le-au pus cap la cap aveau să mă determine curând să enunţ o ipoteză despre obiectul care m-a adus în conflict cu majoritatea instituţiilor ştiinţifice.

•••

La un moment dat, în timpul freneziei care a urmat emiterii ipotezei mele despre Oumuamua, m-am trezit cu o mulţime de reporteri şi de microfoane îndreptate înspre mine. Tocmai ce dădusem trei interviuri de o oră. Era ora prânzului, îmi era foame. Aşa că, în loc să îmi apăr în detaliu ipoteza despre Oumuamua, le-am amintit jurnaliştilor despre unii dintre predecesorii mei în domeniul astronomiei, în speranţa că, dacă voi face asta, îi voi încuraja pe toţi să fie deschişi la minte.

Am adus aminte publicului de afirmaţia lui Galileo din secolul al XVII-lea conform căreia Pământul orbitează Soarele, pe baza dovezilor observate prin telescopul său. Este una dintre cele mai frecvente şi des povestite

istorisiri din analele ştiinţei: odată cu publicarea tratatului său din 1610, *Sidereus Nuncius* (care se traduce drept *Mesagerul înstelat*), Galileo a descris observaţiile sale cu privire la planete şi şi-a declarat acordul în privinţa teoriei heliocentrice a sistemului solar pe baza acestor dovezi. Datele lui Galileo au arătat că Pământul, împreună cu toate celelalte planete, se învârt în jurul Soarelui. Acest lucru a fost în contradicţie directă cu învăţăturile Bisericii Catolice care l-a acuzat pe Galileo de erezie. La procesul care a urmat, Galileo a fost găsit vinovat de erezie, deşi acuzatorii au refuzat să se uite până şi prin telescopul său. Şi-a petrecut restul vieţii, aproape un deceniu, în arest la domiciliu.

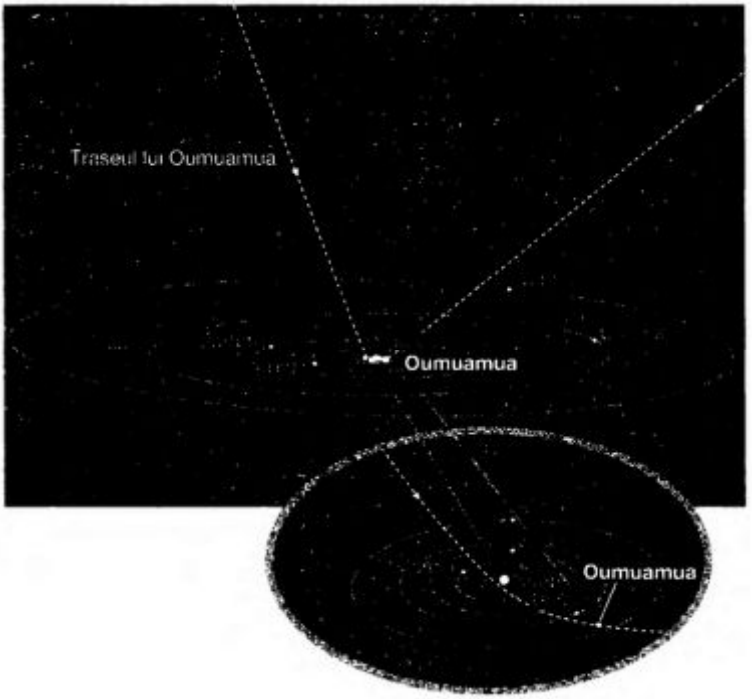
Galileo a fost constrâns să îşi abandoneze datele şi teoria, să se dezică de afirmaţia că Pământul se roteşte în jurul Soarelui, însă, potrivit legendei, în cele din urmă Galileo a murmurat: „Şi totuşi se mişcă". Povestea este probabil apocrifă, dar, chiar dacă ar fi adevărată, adevărul nu ar conta, sau cel puţin aşa s-a întâmplat în cazul bietului Galileo. Părerea generală a câştigat împotriva dovezilor.

Desigur, nu am intrat în toate aceste detalii la conferinţa de presă, ci doar am făcut aluzie la povestea unui astronom faimos. Dar, după cum era de aşteptat, un reporter a punctat: „Vreţi să spuneţi că sunteţi Galileo?" Nu, deloc. Ceea ce am vrut să transmit este că istoria ne-a învăţat că trebuie să ne întoarcem la dovezile pe care le avem despre Oumuamua, să testăm ipotezele şi, atunci când ceilalţi încearcă să ne reducă la tăcere, să murmurăm în sinea noastră: „Şi totuşi a deviat".

•••

Pentru a aprecia de ce devierea lui Oumuamua a fost atât de anormală şi de ce m-a dus la o ipoteză care a generat atâtea controverse şi obiecţii, trebuie să ne întoarcem la elementele de bază. Să ne amintim de una dintre cele mai fundamentale legi ale fizicii care guvernează totul. Este vorba despre prima lege a mişcării a lui Isaac Newton: „Un obiect în repaus tinde să rămână în repaus şi un obiect în mişcare tinde să rămână în mişcare cu aceeaşi viteză şi în aceeaşi direcţie şi în acelaşi sens, dacă nu este acţionat de o forţă de dezechilibru.

O bilă stă pe masa de biliard nemişcată, chiar dacă celelalte paisprezece se rostogolesc în jurul ei; aceasta rămâne nemişcată până ce o loveşte altă bilă.



Traiectoria lui Oumuamua prin sistemul solar cu indicarea localizării (insertul) obiectului şi a planetelor pe 19 octombrie 2017, data la care Oumuamua a fost descoperit de Pan-STARRS. Spre deosebire de toţi asteroizii şi cometele observate anterior, acest obiect nu a fost atras de gravitaţia Soarelui. Oumuamua a venit din spaţiul interstelar şi s-a întors acolo cu un impuls de viteză dat de trecerea sa pe lângă Soare. *Imagine: Mapping Specialists, Ltd., adaptare după European Southern Observatory/K. Meech ş.a.* (*CC BY 4.0*)

O singură bilă stă pe o masă de biliard nemişcată până în momentul în care un tac o loveşte.

O bilă stă nemişcată pe o masă de biliard până când cineva ridică de o margine a mesei.

O bilă stă nemişcată pe masa de biliard până când în mijlocul mesei apare brusc o adâncitură conică.

În oricare dintre ultimele două cazuri intră în acţiune gravitaţia şi bila începe să se mişte. Odată pusă în mişcare, se va deplasa într-o direcţie pe care i-o dictează forţa care acţionează asupra ei şi va continua deplasarea de-a lungul direcţiei până ce se va întâlni cu acţiunea altei forţe.

Oumuamua a intrat în sistemul nostru solar pe o traiectorie aproximativ perpendiculară faţă de planul orbital al Pământului şi al altor planete. La fel cum îşi exercită forţa gravitaţională asupra celor opt planete şi asupra oricărui alt corp care îl orbitează, Soarele şi-a exercitat forţa gravitaţională şi asupra lui Oumuamua. Pe 9 septembrie 2017, Oumuamua a trecut pe lângă Soare cu o viteză de circa 320 000 de kilometri pe oră, s-a îndepărtat rapid de gravitaţia solară, apoi a pornit-o în altă direcţie de deplasare. După aceea şi-a continuat călătoria prin sistemul nostru solar şi dincolo de el.

Legile universale ale fizicii ne permit să prezicem cu certitudine traiectoria unui anumit obiect pe măsură ce acesta trece în viteză pe lângă Soare. Dar Oumuamua nu s-a comportat aşa cum ne aşteptam.

În iunie 2018, cercetătorii au raportat că traiectoria lui Oumuamua a fost uşor deviată, însă într-o măsură semnificativ mai mare din punct de vedere statistic decât dacă această cale ar fi fost influenţată doar de gravitaţia solară. Acest lucru se datorează faptului că s-a îndepărtat rapid de Soare, împins de o forţă suplimentară care a scăzut aproximativ cu distanţa faţă de Soare la pătrat. Ce forţă de respingere care se opune forţei de atracţie gravitaţională poate fi exercitată de Soare?

Cometele din sistemul solar prezintă o deviere similară cu cea a lui Oumuamua, însă acestea sunt însoţite de o coadă din praf şi vapori de apă provenită de la gheaţa încălzită de razele solare.

Dacă aţi avut noroc, poate aţi reuşit să vedeţi o cometă. Cu siguranţă aţi văzut fotografii sau reconstituiri grafice ale cometelor, ale centrului sau ale nucleului acestora, ori cozile luminoase, strălucind difuz în spatele lor. Strălucirea şi coada se datorează faptului că aceste comete sunt roci îngheţate de dimensiuni diferite. Gheaţa acestora este compusă în mare parte din apă, dar, având în vedere distribuţia aleatorie a elementelor din univers, apa conţine şi alte substanţe, cum ar fi amoniac, metan şi carbon. Indiferent de compoziţia apei, aceasta emană de obicei prin evaporare gaz şi praf care împrăştie lumina solară pe măsură ce cometa trece aproape de Soare. Astfel se produce coama cometei, învelişul atmosferic de gheaţă care se evaporă şi rămăşiţele care îi oferă cometei strălucire şi coada sa distinctivă.

Dacă acea coadă vă aminteşte de combustibilul lăsat în urmă de o rachetă, atunci nu vă înşelaţi. Gheaţa evaporată a cometei acţionează ca un jet care o propulsează. O cometă cu emanaţii gazoase se poate abate de la calea modelată doar de gravitaţia Soarelui datorită acelui efect de rachetă. Într-adevăr, putem fi precişi atunci când astronomii observă o asemenea cometă. Când vedem o cometă cu emanaţii gazoase şi măsurăm amploarea

devierii sale, putem calcula cât s-a utilizat din masa cometei pentru a-i oferi acest impuls suplimentar.

Dacă impulsul suplimentar care a propulsat Oumuamua a provenit de la efectul de rachetă, ca în cazul cometelor, atunci obiectul nostru interstelar ar fi trebuit să piardă o zecime din masa sa pentru a fi propulsat cu o asemenea putere. Aceasta nu este o cantitate neglijabilă de gaze degajate care să poată fi ratată cu uşurinţă de telescoapele noastre. Însă observaţii atente ale spaţiului din jurul Oumuamua nu au dezvăluit nicio urmă de apă, gaze carbonice sau praf, eliminând posibilitatea ca acesta să fi fost împins de vapori cometari sau de particule vizibile de praf. Mai mult, nu şi-a schimbat viteza de rotaţie, aşa cum ar fi trebuit dacă un jet unilateral l-ar fi împins într-o parte, cum se întâmplă în cazul cometelor. În plus, o asemenea evaporare masivă ar fi schimbat timpul de rotire al Oumuamua, un fenomen care poate fi observat la cometele din sistemul solar. Nu a fost înregistrată o astfel de modificare a vitezei de rotaţie.

În cele din urmă, toate aceste mistere îşi au originea într-un singur lucru: devierea lui Oumuamua de la traseul aşteptat. Toate ipotezele referitoare la ce reprezintă Oumuamua trebuie să ţină cont de acea deviere, iar acest lucru înseamnă că trebuie găsită o explicaţie despre natura forţei care a acţionat asupra sa, luând în considerare că, dacă ar fi lăsat o coadă cometară de gaz sau de praf în urmă, aceasta ar fi fost suficient de mică încât să nu fie detectată de echipamentele noastre.

•••

La momentul scrierii acestei cărţi, comunitatea ştiinţifică a îmbrăţişat ipoteza că Oumuamua este o cometă, chiar dacă ieşită din comun. Un avantaj al acestei ipoteze este caracterul său familiar. Am văzut multe comete ale căror traiectorii au deviat de la traseul modelat doar de gravitaţia Soarelui. De asemenea, ştim de ce se întâmplă acest lucru: în toate cazurile este vorba despre emanaţii gazoase.

Dar, după cum tocmai am explicat, Oumuamua nu a prezentat nicio emanaţie, şi totuşi a deviat.

Ştim că Oumuamua nu a prezentat niciun fel de emanaţii gazoase care să poată fi observate de camera cu infraroşii de la bordul Telescopului Spaţial Spitzer. După lansarea sa în anul 2003, Spitzer s-a învârtit aproape două decenii pe cer, cale de aproximativ două sute treizeci de milioane de kilometri, adunând un volum de informaţii extraordinar de detaliat despre universul nostru. Deşi depozitele sale de heliu lichid, utilizat la răcirea unora dintre instrumentele sale, menite să le asigure funcţionarea, a fost epuizat în anul 2009, camera cu raze infraroşii (IRAC) a continuat să funcţioneze până în ianuarie 2020, când a fost scoasă din uz.

Camera cu raze infraroşii de pe Telescopul Spaţial Spitzer era ideală pentru a studia cantitatea de dioxid de carbon produsă de comete. O cameră cu raze infraroşii poate observa clar dioxidul de carbon, dacă este în cantitate suficientă. Deoarece, de regulă, carbonul face parte din amestecul îngheţat al cometelor, iar dioxidul de carbon este de obicei un produs rezultat din evaporarea acelui amestec când se confruntă cu căldura sau stresul termic, am utilizat frecvent telescopul Spitzer pentru a observa trecerea cometelor.

IRAC a rămas focalizată pe Oumuamua treizeci de ore, perioadă în care vizitatorul nostru interstelar a trecut pe lângă Soare. Dacă ar fi existat vreo urmă de dioxid de carbon în emanaţiile gazoase ale lui Oumuamua, camera ar fi trebuit să fie capabilă să le observe. Însă IRAC nu a văzut nimic: nici trasa de gaz din urma obiectului, nici obiectul în sine. (Interesant este că Telescopul Spaţial Spitzer nu a detectat nici căldura emisă de Oumuamua, ceea ce înseamnă că trebuie să fie mai strălucitor decât o cometă sau un asteroid obişnuite; aceasta este singura modalitate prin care ar fi putut să reflecte atât de multă lumină solară, dar şi să fie suficient de mic încât să nu producă prea multă căldură.)

Cercetătorii care au studiat datele IRAC au recunoscut într-un articol care le însumează descoperirile că „nu au detectat obiectul". Totuşi, au continuat să afirme că „traiectoria lui Oumuamua reflectă acceleraţii negravitaţionale influenţate de dimensiune, masă şi, probabil, sunt cauzate de emisii de gaze".

Probabil. După ce au introdus semnul de întrebare în mijlocul propoziţiei, autorii şi-au încheiat rezumatul articolului prin afirmaţia: „Rezultatele noastre continuă misterului originilor şi evoluţiei lui Oumuamua".

Alţi cercetători care utilizează echipament de ultimă generaţie au înregistrat date similare cu cele ale IRAC. În anul 2019 astronomii au revizuit imaginile colectate de Observatorul Solar şi Heliosferic (SOHO) şi de Observatorul Solar pentru Relaţii Terestre (STEREO) la începutul anului 2017, când Oumuamua a fost aproape de periheliu (cel mai aproape de Soare). Construite în scopul de a observa Soarele, STEREO şi SOHO nu erau destinate identificării de comete (deşi după ce SOHO a identificat cometa cu numărul trei mii, NASA l-a numit „cel mai mare descoperitor de comete din toate timpurile"). La fel ca Spitzer, SOHO şi STEREO nu au detectat nimic în zonă. Pentru aceste instrumente Oumuamua era invizibil. Acest lucru nu poate însemna decât că Oumuamua a avut „o rată de producţie a apei" care a fost „mai mică decât oricare alte limite raportate anterior cu cel puţin un ordin de mărime".

Deşi nu s-a văzut pe IRAC lui Spitzer, pe SOHO şi STEREO, totuşi Oumuamua a deviat.

•••

Pentru a explica traiectoria lui Oumuamua şi a menţine presupunerea că a fost o cometă, cercetătorii şi-au utilizat la maximum teoriile despre dimensiunea şi compoziţia sa fizică. De exemplu, unii cercetători au formulat ipoteza că stratul de gheaţă al Oumuamua ar fi format complet din hidrogen, iar această compoziţie extraordinară explică de ce IRAC nu l-a văzut. (Emanaţia de gaze care conţin carbon este vizibilă pentru camera cu infraroşii IRAC, însă nu şi emanaţia de carbon pur.) Împreună cu colaboratorul meu coreean Thiem Hoang, am calculat într-un articol detaliat că un aisberg de hidrogen care se deplasează prin spaţiul interstelar se va evapora cu mult înainte de a ajunge în sistemul nostru solar. Fiind cel mai uşor element din natură, hidrogenul se evaporă cu uşurinţă pe o suprafaţă încălzită de radiaţii interstelare, particule de gaz şi praf, precum şi raze energetice cosmice. De fapt, periferia sistemului solar este populată de numeroase comete îngheţate care sunt expuse aceluiaşi mediu dur (iar vântul solar nu le poate apăra deoarece este limitat de presiunea mediului interstelar, mult mai apropiat de Soare). Dar o cometă ar fi extrem de neobişnuită dacă gheaţa sa ar fi formată din hidrogen pur sau, de altfel, din orice altceva în concentraţie pură. Nu am mai văzut nimic asemănător până acum.

Sau mai degrabă nu cunoaştem nimic asemănător care să se întâmple în mod natural. Cu siguranţă am construit astfel de lucruri. De exemplu, rachete spaţiale pentru care combustibilul preferat este hidrogenul pur.

Mai există o dificultate cu privire la ipoteza emanării de gaze a cometei, indiferent dacă Oumuamua ar fi emanat hidrogen pur sau nu. Accelerarea sa în timpul devierii a fost lină şi constantă. Cometele sunt nişte roci greoaie. Suprafeţele lor aspre şi neregulate păstrează gheaţă distribuită neuniform. Pe acea suprafaţă aspră plină de gropi se produce propulsie datorită emanaţiei de gaze, pe măsură ce Soarele topeşte gheaţa. Rezultatul este cel la care vă aşteptaţi: o accelerare imprevizibilă. Dar nu asta este ceea ce am văzut la Oumuamua. De fapt, s-a întâmplat chiar opusul.

Care sunt şansele ca o cometă să fie compusă în mod natural, în proporţie de 100%, din hidrogen îngheţat care emană gaze dintr-un loc unde se produce o accelerare lină? Cam aceleaşi cu posibilitatea ca procese geologice naturale să poată produce o navetă spaţială.

În plus, o parte semnificativă statistic a masei sale totale ar fi trebuit să fie degazată pentru a explica gradul de deviere a lui Oumuamua. Impulsul non-gravitaţional a fost suficient de puternic (circa 0,1% din acceleraţia

gravitaţională a Soarelui) încât emanaţia de gaze cometare să poată fi responsabilă de deviere numai dacă procesul ar fi consumat cel puţin 10% din masa lui Oumuamua. Fireşte, este foarte mult, iar acest procent reprezintă o cantitate cu mult mai mare decât am presupus că era Oumuamua în sine; 10% dintr-o mie de metri de materie înseamnă mai mult decât 10% dintr-o sută de metri de materie.

De asemenea, cu cât ne imaginăm mai mult că Oumuamua a emanat gaz în mod invizibil, cu atât este mai probabil ca noi să fi ratat să observăm acest lucru. Şi cu cât ni-l vom imagina pe Oumuamua mai mic pentru a explica de ce nu am văzut materialul pe care l-a emanat, cu atât vor deveni mai ciudate luminozitatea sa şi raportul lăţime-lungime, şi cu atât va trebui să fie mai strălucitor.

•••

Emanaţia de gaze nu este singura explicaţie a motivului pentru care un obiect ar devia de la o direcţie modelată doar de gravitaţia Soarelui. O altă explicaţie are de-a face cu dezintegrarea obiectului.

Dacă un obiect se rupe, se sparge şi devine mai mic, obiectele cele noi, mai mici, care sunt înconjurate de praf şi particule, urmează o nouă traiectorie. De aceea, dacă Oumuamua a început să se spargă în bucăţi în jurul perioadei de timp când a atins periheliul, dezintegrarea ar fi putut cauza devierea obiectului de la direcţia pe care i-a dictat-o gravitaţia Soarelui.

Problema folosirii acestei explicaţii în cazul Oumuamua constă în faptul că telescoapele noastre ar fi trebuit să poată înregistra ceva, la fel ca în cazul emanaţiei de gaze: în acest caz, rămăşiţe sau praf rezultate în urma dezintegrării. Este puţin probabil ca gheaţa să nu conţină deloc carbon, fapt şi mai puţin probabil în cazul unei roci în curs de dezintegrare. Mai mult, trebuie să ne întrebăm cum ar putea apărea o mulţime de obiecte mici drept unul singur. Conform dovezilor, Oumuamua a continuat să se rostogolească la fiecare opt ore ca un obiect solid de o formă neschimbată, cu extremităţi disproporţionate.

Accelerarea lină a obiectului sfidează încă o ipoteză conform căreia Oumuamua s-a dezintegrat în apropiere de periheliu, spărgându-se în bucăţi şi pierzând suficient din masa sa pentru a putea explica devierea direcţiei. Instrumentele noastre nu au observat niciun fel de resturi care să indice o asemenea ruptură sau dezintegrare. De fapt, am văzut o dovadă a fenomenului contrar: o accelerarea lină şi continuă. Şansele ca Oumuamua să înceapă să se dezintegreze şi să îşi păstreze în acelaşi timp acceleraţia lină sunt, încă o dată, infime. Imaginaţi-vă un bulgăre de zăpadă care,

aruncat în aer, explodează brusc rupându-se în bucăţi, dar fără ca traiectoria bucăţilor să se schimbe.

Ca teoria dezintegrării să rămână în picioare suntem nevoiţi să facem presupuneri şi mai neobişnuite despre compoziţia lui Oumuamua, astfel încât să putem explica de ce nu am putut observa vaporii sau rămăşiţele fragmentate. Fragmentarea ar fi trebuit să crească, fapt care ar fi fost detectat de instrumentele noastre. Până la urmă, multe fragmente mai mici ale unei roci dezintegrate ar fi mărit suprafaţa totală disponibilă, producând şi mai multe gaze cometare şi căldură decât obiectul-părinte în sine.

Şi apoi este şi dovada că forţa care a acţionat asupra lui Oumuamua, acea forţă care l-a făcut să devieze, a scăzut invers proporţional cu pătratul distanţei dintre Soare şi Oumuamua. Dacă forţa suplimentară a fost rezultatul emanaţiei de gaze, atunci ne-am fi putut aştepta la o decelerare rapidă a obiectului, deoarece se îndepărta încet de Soare. Evaporarea gheţii şi a apei încetează din cauza unei încălziri insuficiente din partea razelor solare, fapt ce opreşte efectul de rachetă. Combustibilul unei rachete se epuizează, iar forţa pe care i-o oferă obiectului încetează brusc; indiferent de direcţia obiectului în momentul respectiv, aceasta este direcţia pe care a urmat-o ulterior, dar nu aceasta am văzut la Oumuamua. Repet, forţa care a acţionat asupra lui a scăzut invers proporţional cu pătratul distanţei dintre Oumuamua şi Soare.

Ce altceva l-ar fi putut împinge pe Oumuamua dacă luăm în considerare această formulă de calcul cu puteri? O posibilitate ar mai fi impulsul pe care lumina reflectată a Soarelui îl oferă suprafeţei lui Oumuamua. Însă pentru a fi eficient, raportul suprafaţă-volum trebuie să fie neobişnuit de mare. Acest lucru rezultă din faptul că impulsul solar acţionează asupra suprafeţei obiectului, în timp ce masa acestuia (cu o anumită densitate a materialului) este egală cu volumul. Prin urmare, accelerarea obiectului creşte proporţional cu un raport suprafaţă-volum în creştere, maximizat în cazul unei forme geometrice extrem de subţiri.

Când am citit rapoarte conform cărora forţa suplimentară care a acţionat asupra lui Oumuamua a scăzut invers proporţional cu distanţa faţă de Soare la pătrat, mi-am pus întrebarea ce ar fi putut să-l propulseze dacă nu putem vorbi despre o eliberare de gaze sau despre dezintegrare. Singura explicaţie care mi-a venit în minte a fost că lumina soarelui a căzut pe suprafaţa sa precum vântul pe o velă subţire de navă.

•••

Alţi oameni de ştiinţă şi-au formulat propriile explicaţii. În căutarea unei teorii care să explice toate dovezile, un cercetător de la Jet Propulsion Laboratory al NASA a furnizat o ipoteză nouă, care se bazează pe

constatările cu privire la tendinţa cometelor mici de a se dezintegra imediat înainte de periheliu, în apropierea orbitelor parabolice. Probabil, a sugerat el, aceasta a fost soarta lui Oumuamua. În momentul în care a deviat de la traiectoria determinată de gravitaţia Soarelui, acesta ar fi devenit un nor pufos de praf. Sau, dacă ar fi folosim un limbaj precis, Oumuamua a devenit „un întreg devolatilizat, format din granule de praf slab legate între ele, care ar putea avea o formă neobişnuită, proprietăţi deosebite ale rotaţiei şi o porozitate extrem de mare, toate acestea fiind dobândite pe parcursul procesului de dezintegrare".

Oricât de slab legat ar fi acel nor, această ipoteză necesită totuşi ca Oumuamua să fie legat într-o anumită măsură. La urma urmei, ceea ce a rămas a avut suficientă integritate structurală încât să poată fi observat cum accelerează. *Devolatilizarea* înseamnă că un obiect, o bucată de cărbune să spunem, este supus unor anumite condiţii, cum ar fi căldura ridicată, în timpul cărora elementul este îndepărtat. Un exemplu de devolatilizare pe care îl cunoaştem cu toţii se produce când o bucată de cărbune este încălzită până la temperatura la care se carbonizează.

Această ipoteză susţine că o cometă care nu este compusă din carbon se devolatilizează într-o formă cu legături neobişnuite şi extrem de poroase, astfel încât să poată devia la un grad statistic semnificativ pe care l-am observat în cazul devierii lui Oumuamua. Iar pentru acest lucru mai este nevoie de un pas. Acest nor de praf, format dintr-o structură cu legături slabe, a deviat fără a exista o emanaţie de gaze observabilă sau rămăşiţe de la „efectele presiunii radiaţiei solare".

O cercetătoare de la Institutul de Ştiinţă al Telescopului Spaţial avea să formuleze câteva luni mai târziu un concept similar cu privire la un obiect poros de gheaţă. Cu un deceniu în urmă colaborasem cu această cercetătoare pentru a formula prima predicţie privind abundenţa aşteptată a obiectelor interstelare, pe baza datelor din sistemul nostru solar. (Această predicţie s-a dovedit a exprima ordine de magnitudine mult mai mici decât cele necesare pentru Oumuamua, ceea ce implică o altă anomalie.) Acum colega mea voia să explice deplasarea anormală a obiectului. Ea a calculat că densitatea medie a unui Oumuamua poros trebuie să fie extrem de joasă ca lumina solară să producă impulsul necesar: de o sută de ori mai rarefiat decât aerul.

Imaginaţi-vă pur şi simplu un trabuc alungit sau o clătită de mărimea unui teren de fotbal american, un obiect suficient de masiv încât să se rostogolească la fiecare opt ore, dar suficient de pufos încât să fie de o sută de ori mai uşor decât un nor. Ca să spunem aşa, această ipoteză forţează verosimilul, inclusiv pentru că ne putem baza doar pe imaginaţie şi pentru

că nu am observat aşa ceva până acum. Desigur, acelaşi lucru este valabil şi pentru un obiect natural în formă de trabuc sau un obiect natural în formă de clătită. Nu am văzut niciun fel de astfel de obiecte la extremităţile lui Oumuamua, pufoase sau nu.

Să ignorăm din ce este compus obiectul şi să analizăm mai atent forma acestuia. Niciodată cineva aşezat la masă nu ar confunda un trabuc cu o clătită. Sunt cu totul diferite. Oare nu putem alege decât între două forme ciudate atunci când ni-l imaginăm pe Oumuamua traversând spaţiul cosmic?

Încă un cercetător, un astrofizician de la Universitatea McMaster, a reanalizat dovezile pentru a vedea dacă poate oferi un răspuns. A evaluat toate modelele de luminozitate pe care le-au permis datele şi a conchis că este puţin probabil ca Oumuamua să aibă forma unui trabuc, în schimb probabilitatea ca Oumuamua să aibă forma unui disc a fost de 91%. Ar trebui să ţineţi cont de acest procent când vedeţi a mia oară o reconstituire grafică a lui Oumuamua drept o rocă în formă de trabuc. Trebuie să mai ţineţi cont de asta şi când citiţi orice explicaţie despre un obiect alungit în mod natural, cum ar fi probabilitatea scăzută a procesului de topire şi forţa mareică de-a lungul unei traiectorii neobişnuite care trece foarte aproape de o stea şi a cărei valoare nu are niciun sens în cazul lui Oumuamua, conform acestei analize.

Există cumva o modalitate mai simplă de a obţine raportul suprafaţă-volum necesar pentru un obiect în formă de clătită? Da, există. Aţi putea construi un aparat subţire şi solid, capabil să devieze din cauza efectelor presiunii radiaţiei solare, conform unor astfel de specificaţii.

4. StarChips

Cu câţiva ani înainte de descoperirea lui Oumuamua am fost interesat de căutarea unor civilizaţii extraterestre şi de posibilitatea ca Pământul să nu fie singura planetă unde există viaţă. Acesta este un interes a cărui origine rezidă mai degrabă în ştiinţă şi în dovezi, decât în domeniul ştiinţifico-fantastic. Îmi place să povestesc şi îmi place ştiinţa, dar, după cum am mai spus, mă îngrijorează că unele naraţiuni care încalcă legile fizicii şi încurajează atracţia pentru „improbabil" nu stau numai în calea ştiinţei, dar şi a progresului nostru.

Oricum, cine are nevoie de improbabil când deţinem o probabilitate atât de puternică? Existenţa vieţii inteligente pe Pământ este o justificare mai mult decât suficientă pentru a aborda o căutare a vieţii oriunde altundeva în univers, în mod ştiinţific, nu ficţional.

Încă de la începutul carierei mele în astrofizică am fost de această părere. Însă acest interes al meu ieşit din comun a fost făcut public abia în 2007 când, împreună cu cosmologul Matias Zaldarriaga, mi-am propus să interceptăm semnale radio extraterestre.

A fost într-un fel un debut şi aş dori să demonstrez că a dus la o transformare.

•••

Proiectul meu neobişnuit de cercetare, pe care l-am desfăşurat împreună cu Matias, a luat fiinţă din munca mea privind universul timpuriu, acei zori cosmici care îmi atrăseseră atenţia în 1993, când m-am mutat de la Institutul de Studii Avansate din Princeton la Harvard. Una dintre întrebările care m-au preocupat atunci a fost: Când „s-au aprins" stelele prima dată, sau care a fost momentul când legile naturii au zis „Să fie lumină"? Contemplarea naşterii stelelor m-a făcut ca, ani mai târziu, să reflectez la modul în care civilizaţiile s-ar putea asculta între ele. Însă la acea vreme a fost o simplă întrebare la care nu aveam mijloacele necesare pentru a răspunde.

Pe scurt, este nevoie de interceptarea emisiilor slabe de hidrogen primordial, cel mai abundent element din univers, pentru a ajunge la primii eoni ai universului. Acest lucru se poate realiza cel mai uşor cu ajutorul unor telescoape capabile să caute acea urmă timpurie de hidrogen, o lungime de undă intrinsecă de douăzeci şi unu de centimetri, care se întinde de la câţiva metri (lungimi de undă mai lungi, deplasate spre roşu) până la o

scală de câţiva metri, datorită expansiunii universului de la zorii cosmici ai acestuia.

La mijlocul anilor 2000, acest posibil domeniu teoretic de cercetare experimentală devenise realitate. Radiotelescoape cu unde lungi începuseră în sfârşit să fie construite. Unul dintre acestea, Murchison Widefield Array (MWA), amplasat într-un deşert din vestul Australiei, a fost un proiect internaţional la care au participat cercetători şi instituţii din Australia, Noua Zeelandă, Japonia, China, India, Canada şi Statele Unite.

Localizarea în zone îndepărtate a acestei reţele de antene lungi de câţiva kilometri a fost aleasă pentru lipsa sa de poluare, lucru valabil pentru atât de multe observatoare ale lumii. În acest caz nu este vorba despre o lipsă de poluare uşoară, ci despre absenţa undelor radio emise de oameni. Toate televizoarele, telefoanele mobile, computerele şi aparatele radio emit radiaţii la exact acele frecvenţe la care a fost setat telescopul MWA pentru a capta emisiile radio de la hidrogenul primordial în universul timpuriu, acesta fiind un alt exemplu despre cum progresul tehnologic mai degrabă i-a împiedicat decât i-a ajutat pe astronomi.

Toată această poluare provocată de unde radio m-a condus într-o zi la un gând în timp ce luam prânzul alături de Matias şi de alţi cercetători. Dacă civilizaţia noastră a emis atât de mult zgomot la acea frecvenţă, atunci poate şi celelalte civilizaţii extraterestre care ar putea exista printre stele şi pe care eu cu Matias le studiam au făcut la fel.

A fost o idee intuitivă, spontană, care iniţial i-a stârnit hohote de râs lui Matias. Însă totul a devenit mult mai serios pentru amândoi când am aflat de solicitarea inaugurală a Institutului pentru Probleme Fundamentale (FQXi) pentru proiecte neconvenţionale. Fără a avea niciun fel de activitate în trecut în asemenea domenii şi bazându-ne pe reputaţiile noastre de cercetători tradiţionali, i-am sugerat lui Matias să transformăm această anecdotă fascinantă într-un proiect de cercetare. Faptul că nu eram cosmologi afiliaţi Institutului pentru Căutarea Vieţii Extraterestre Inteligente (SETI), care nu s-a numărat niciodată printre organizaţiile ştiinţifice la modă şi care are detectoare şi analizoare radio mai puţin avansate, i-a oferit proiectului mai multă credibilitate şi finanţare.

•••

Ştiam de mult timp că SETI este ostil faţă de astronomie ca disciplină. Şi am considerat mult timp această ostilitate bizară. Fizicienii teoreticieni tradiţionali acceptă în momentul de faţă la scară largă, pe lângă cele trei dimensiuni pe care le cunoaştem – anume înălţimea, lăţimea şi adâncimea – încă un al patrulea element: timpul. În ciuda faptului că nu există niciun fel de dovezi pentru astfel de dimensiuni suplimentare. Acelaşi lucru este

aplicabil şi în cadrul unui multivers ipotetic, un număr infinit de universuri care există simultan şi în care se întâmplă tot ce se poate întâmpla din punct de vedere teoretic, un multivers care se află în minţile multora dintre cele mai admirate minţi ale planetei noastre şi pentru care, din nou, nu există niciun fel de dovadă cum că ar fi posibil.

Problema mea nu are legătură cu aceste eforturi. Să lăsăm teoriile să se multiplice prin toate mijloacele (şi poate vom face experimente replicabile care să ofere dovezi în sprijinul acestora). Mă deranjează de fapt suspiciunea cu care m-am confruntat la SETI. Comparativ cu ascensiunea fizicii teoretice, căutarea în univers a unui fenomen cunoscut ca existând pe Pământ, anume viaţa, este o direcţie de cercetare conservatoare. Calea Lactee găzduieşte zeci de miliarde de planete de dimensiunea Pământului cu temperaturi de suprafaţă similare cu ale noastre. Circa un sfert dintre cele două sute de miliarde de stele ale galaxiei noastre sunt orbitate de planete la fel de locuibile ca Pământul, cu o stare a suprafeţei care permite existenţa apei lichide şi chimia vieţii aşa cum o cunoaştem. Având în vedere că există atât de multe lumi (cincizeci de miliarde în galaxia noastră!), cu nişte condiţii de viaţă prietenoase la fel ca ale noastre, este foarte probabil ca organismele inteligente să fi evoluat şi în alte locuri.

Şi asta dacă luăm în calcul doar planetele locuibile din Calea Lactee. Dacă punem la socoteală toate galaxiile la volumul observabil al universului, numărul de planete locuibile va creşte la zetta sau 1021, o cifră mai mare decât numărul firelor de nisip de pe toate plajele Pământului.

O anumită rezistenţă, opusă căutării inteligenţei extraterestre, se rezumă la conservatorismul pe care mulţi cercetători îl adoptă pentru a minimaliza numărul de greşeli pe care le fac de-a lungul carierei. Aceasta este calea către o rezistenţă mai mică, şi funcţionează; oamenii de ştiinţă care îşi păstrează astfel imaginea au parte de mai multe onoruri, de mai multe premii şi de mai multă finanţare. Din păcate creşte şi forţa efectului de ecou, deoarece finanţarea poate forma grupuri din ce în ce mai mari de cercetare care împărtăşesc aceleaşi idei. Asta poate duce la un efect al bulgărelui de zăpadă. Părerile similare se amplifică din cauza conservatorismului, sugrumând curiozitatea nativă a tinerilor cercetători, mulţi dintre ei considerând că nu trebuie să mişte în front pentru a-şi păstra locul de muncă. Dacă rămâne necontrolată, această tendinţă ar putea transforma consensul ştiinţific general într-o profeţie de auto-împlinire.

Dacă ne limităm interpretările sau ne punem ochelari de cal când ne uităm prin telescoapele noastre, riscăm să ratăm noi descoperiri. Amintiţi-vă preoţii care au refuzat să privească prin telescopul lui Galileo. Prejudecata comunităţii ştiinţifice sau închiderea la minte, oricum am vrea

să îi spunem, este deosebit de omniprezentă şi puternică atunci când vine vorba despre căutarea vieţii extraterestre, în special a vieţii inteligente. Mulţi cercetători refuză chiar şi să ia în considerare posibilitatea ca un obiect sau un fenomen bizar să fie dovada unei civilizaţii avansate.

Unii dintre aceşti oameni de ştiinţă susţin că nu vor acorda atenţie unor astfel de speculaţii. Dar aşa cum am menţionat, în literatura tradiţională sunt prevăzute şi alte forme de speculaţii, cum ar fi existenţa mai multor universuri şi a unor dimensiuni suplimentare prezise de teoria stringurilor, totul în ciuda faptului că nu au fost observate niciun fel de dovezi pentru astfel de idei, şi probabil că niciodată nu vor fi.

Voi reveni asupra subiectului SETI şi asupra rezistenţei comunităţii academice, deoarece este un aspect care va deveni şi mai important odată ce veţi înţelege sfera deplină a implicaţiilor sale. Deocamdată este suficient să spunem că, în comparaţie cu o mulţime de idei ştiinţifice tradiţionale, căutarea unor forme de viaţă extraterestre, chiar şi a unor forme diverse, nu este un efort atât de speculativ. La urma urmei, aici pe Pământ a apărut o civilizaţie tehnologizată, şi ştim că există o mulţime de alte planete ca a noastră în univers.

•••

Când Matias şi cu mine ne-am pus problema interceptării unor civilizaţii extraterestre nu am făcut acest lucru deoarece am crezut că vom comunica imediat cu asemenea civilizaţii, ci pentru că am crezut că ne va ajuta să ne îndreptăm atenţia către altă întrebare: Suntem singuri?

În anii care au urmat eforturilor întreprinse de mine şi de Matias, am fost atras de tot mai multe aspecte legate de SETI. Ce abordare bazată pe dovezi ar trebui să avem pentru a răspunde la întrebarea sa călăuzitoare? Şi pentru că s-a ajuns la o listă a aspectelor care mi-au stârnit curiozitatea, cum ar fi natura găurilor negre, începuturile universului, posibilitatea unei călătorii cu o viteză aproape de cea a luminii, m-am pomenit ţinând companie oricărui cercetător ale cărui interese se suprapuneau cu ale mele, inclusiv unor oameni de ştiinţă care nu făceau altceva decât să caute forme inteligente de viaţă extraterestră.

Ulterior, Ed Turner, astrofizician la Universitatea Princeton, şi cu mine am fost primii care au analizat cum s-ar putea căuta dovezi ale luminii produse artificial. Ne-am gândit că am putea încerca să găsim, să zicem, strălucirea unei nave spaţiale sau a unui oraş aflat la mare distanţă cu telescoapele noastre moderne. Încurajaţi de Freeman Dyson, am întors acest aspect pe toate părţile şi am început să ne punem întrebarea dacă am putea vedea un oraş mare şi luminos ca Tokyo pe Pluto, care la acel moment era cea mai îndepărtată planetă din sistemul nostru solar. (De atunci a fost

reclasificată drept planetă pitică.) Propunerea noastră a fost mai mult una teoretică decât practică; nu am luat niciodată în considerare să ne focalizăm telescoapele pe sfera de gheaţă numită Pluto pentru a căuta un oraş. Mai degrabă, exerciţiul nostru de gândire a fost conceput pentru a ne da seama ce-am putea face noi (sau orice civilizaţie, de altfel) pentru a căuta urma luminii unui oraş printre stelele strălucitoare.

Se pare că, dacă aţi utiliza un instrument sofisticat tehnologic de la Telescopul Spaţial Hubble şi aţi căuta suficient de mult urma luminii artificiale, aţi putea vedea cu adevărat Tokyo de la capătul sistemului solar. Şi aţi putea spune că lumina a fost intrinsecă şi nu a reflectat lumina solară pe baza modului în care sursa s-a estompat odată cu creşterea distanţei faţă de Soare.

În 2014, reputaţia mea de om care ia în serios problema dacă suntem sau nu singuri în univers crescuse atât de mult încât am fost contactat de un redactor de la *Sports Illustrated* care mi-a adus la cunoştinţă o idee fantezistă formulată de preşedintele FIFA: posibilitatea organizării unui Campionat Mondial interplanetar. Oricât de ironic ar fi fost comentariul iniţial, revista avea nevoie de cineva care să cântărească viabilitatea unei astfel de idei. Plin de însufleţire, am trecut redactorul prin diversele bariere, de la tehnologia necesară pentru transportul echipelor către terenurile de joc, până la necesitatea de a cădea de acord asupra condiţiilor atmosferice, după care am subliniat ceea ce este cât se poate de evident: trebuie să găsim în primul rând o formă inteligentă de viaţă cu care să concurăm.

Eram mult mai aproape de acel obiectiv decât mi-am imaginat, deoarece tot în această perioadă am fost căutat de Iuri Milner care avea nişte scopuri mult mai serioase.

•••

Iuri Milner, un antreprenor miliardar din Silicon Valley, are obiective măreţe. S-a născut în Uniunea Sovietică, a studiat fizica teoretică la Universitatea de Stat din Moscova, a terminat masteratul la Wharton School de la Universitatea din Pennsylvania şi a devenit un investitor de mare succes. Printre companiile pe care le-a sprijinit se numără Facebook, Twitter, WhatsApp, Airbnb şi Alibaba.

În luna mai 2015, Iuri şi Pete Worder, fostul director al Centrului de Cercetare Ames din cadrul NASA, au venit în biroul meu de la Centrul pentru Astrofizică Harvard-Smithsonian pentru a mă încuraja să particip la un nou program lansat de aceştia: un proiect pe care aveau să îl numească Iniţiativa Starshot. Ei voiau să sprijine o echipă care ar putea proiecta şi lansa o navă spaţială capabilă să ajungă pe cel mai apropiat sistem solar de

al nostru: Alfa Centauri – un grup de trei stele care orbitează una în jurul celeilalte la o distanţă de 4,27 ani-lumină de Pământ.

Faptul că Iuri a făcut o asemenea propunere nu a fost deloc surprinzător. În anul 2012 fondase împreună cu soţia sa Iulia Premiul Breakthrough, acordând anual premii în bani cercetătorilor internaţionali care activează în trei domenii: fizică fundamentală, ştiinţe naturale şi matematică; fiecare premiu valorează trei milioane de dolari. În decurs de un an, celor doi li s-au alăturat Mark Zuckerberg, cofondatorul Facebook, Serghei Brin, cofondatorul Google, şi Anne Wojcicki, cofondatoare a 23andMe, care au sprijinit aceste premii.

În 2015 Iuri se gândea deja la modalităţi mult mai directe şi mai ambiţioase de a promova proiectele ştiinţifice care îl încântau, aşa că a lansat proiectul Breakthrough Initiatives. Obiectivul era fără echivoc. Scopul proiectului era să caute răspunsuri la două dintre cele mai fundamentale întrebări cu care se confruntă omenirea: Suntem singuri? Şi oare putem noi, prin gândire şi acţiuni comune, să facem marele salt către stele?

Reconstituire grafică a Proxima b, cea mai apropiată planetă locuibilă din afara sistemului nostru solar. Această planetă descoperită în august 2016 are o masă aproximativă de una până la două mase ale Pământului şi se învârte în jurul Proxima Centauri, o stea pitică cu o masă de 12% din cea a Soarelui, la o distanţă de 4,24 ani-lumină faţă de Pământ. Proxima b are o temperatură a suprafeţei comparabilă cu cea a Pământului, dar din cauza apropierii sale de steaua-gazdă, deja stinsă, se

consideră că are o orbită sincronă, cu o parte unde este permanent zi şi altă parte unde este permanent noapte. ESO

Iuri fusese fascinat de aceste întrebări încă de la o vârstă fragedă, când a citit cartea *Universul, viaţa, inteligenţa,* publicată în 1962 de astronomul sovietic Iosif Şklovski. (Şklovski a lansat mai târziu o ediţie în limba engleză numită *Intelligent Life in the Universe,* în colaborare cu astronomul american Carl Sagan.) Poate a ajutat şi faptul că părinţii lui Iuri l-au botezat astfel în onoarea faimosului cosmonaut sovietic, Iuri Gagarin, care în anul 1961 a devenit primul om care a ajuns în spaţiu, anul naşterii micului Iuri.

Ca să fiu sincer, eram pregătit să-i ofer lui Iuri ajutorul chiar înainte ca acesta să îşi formuleze complet solicitarea. Interesul său îndrăzneţ şi sincer de a explora dacă există viaţă dincolo de Pământ a rezonat întru totul cu viziunea mea. Totuşi, aşteptările sale erau descurajante. Iuri mi-a explicat că ar dori ca eu să coordonez un proiect prin care să fie trimisă o sondă în sistemul Alfa Centauri format din trei stele, pentru a afla dacă acolo există viaţă. Fapt este că tot acest lucru trebuie realizat în timpul vieţii lui Iuri. I-am cerut şase luni pentru a veni cu un concept tehnologic adecvat.

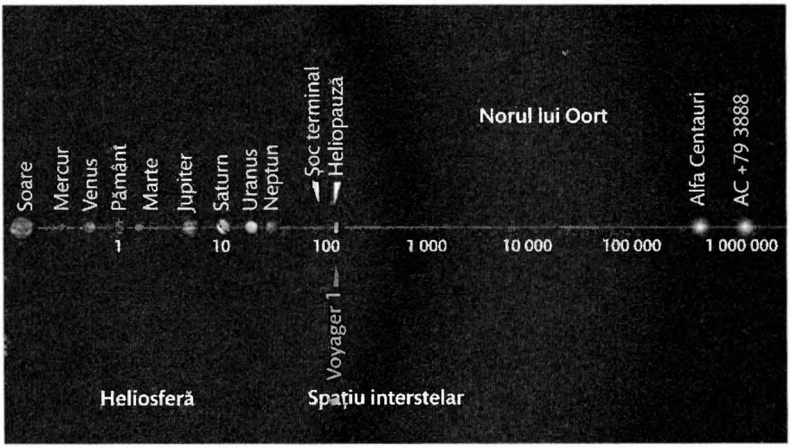
Am examinat opţiunile în mod critic, împreună cu studenţii şi cercetătorii mei postdoctorali, pentru îndeplinirea obiectivului Iniţiativei Starshot. O ţintă atractivă în sistemul Alfa Centauri era Proxima Centauri, steaua cea mai apropiată de Pământ. Spre bucuria noastră, şi la doar câteva luni după anunţul Starshot, s-a descoperit că această stea pitică găzduia o planetă în zona sa locuibilă – Proxima b.

Unei rachete cu propulsie, ca toate rachetele pe care le-am lansat de pe Pământ în spaţiu, i-ar trebui cam o sută de mii de ani ca să ajungă la Proxima b. Iuri avea atunci 56 de ani şi, având în vedere intervalul de timp prevăzut, o rachetă cu propulsie nu ar fi putut reprezenta un punct de plecare.

Pentru a ajunge la Proxima b în câteva decenii am fi avut nevoie de o navă spaţială care să călătorească la o cincime din viteza luminii. Chiar şi dacă am fi folosit combustibil nuclear, care are cea mai mare densitate de energie dintre toţi combustibilii (în afară de antimaterie, care nu este disponibilă), ar fi fost imposibil ca o rachetă cu propulsie să atingă astfel de viteze. Iar a doua lege a lui Newton, care spune că acceleraţia unui obiect depinde de masa şi de forţa care acţionează asupra lui, ne indica faptul că nava ar fi trebuit să fie cât mai uşoară.

Pentru a face un obiect să accelereze la viteza dorită ar fi nevoie de o cantitate enormă de energie; cu cât obiectul este mai uşor, cu atât are nevoie de mai puţină energie, ceea ce înseamnă că sarcina utilă a navei

noastre nu ar trebui să aibă mai mult de câteva grame. Asta a dus la altă provocare. Nu numai că nava noastră spaţială ar trebui să parcurgă o distanţă imensă într-un timp mai scurt de o sută de mii de ani, dar imediat ce ar ajunge în Proxima Centauri ar trebui să realizeze fotografii şi să le trimită pe Pământ într-un mod identificabil. Dispozitivul ar trebui să fie uşor, mic şi cu costuri de fabricaţie reduse. Acest lucru ne indică faptul că aparatul foto şi transmiţătorul ar trebui să fie similare cu telefoanele mobile de astăzi. După calculele noastre, această tehnologie ar fi suficientă dacă am realiza anumite modificări.



Călătoria către cel mai apropiat sistem solar, Alfa Centauri, localizat la circa patru ani-lumină depărtare, ar dura zeci de mii de ani dacă ar fi folosită o rachetă obişnuită cu propulsie chimică (dacă ar fi pornit atunci când primii oameni au părăsit Africa, călătoria s-ar fi încheiat acum). Marginea sistemului solar este marcată de Norul lui Oort care se întinde la jumătatea drumului către Alfa Centauri. Distanţele sunt marcate în unităţi ale distanţei dintre Pământ şi Soare (o unitate astronomică). În anul 2012 *Voyager 1* a traversat heliopauza, unde vântul solar se ciocneşte cu gazul interstelar. Imagine furnizată de Mapping Specialists, Ltd. adaptată pentru NASA/JPL-Caltech

Am renunţat la unele idei şi le-am perfecţionat pe cele rămase, iar în cele din urmă ne-am gândit la un plan de a lansa o navă spaţială ataşată la o velă solară, practic o oglindă. Ideea velei solare, adică fabricarea unui obiect care

ar putea fi propulsat de presiunea luminii solare, este veche de sute de ani. Încă din 1610, Johannes Kepler îi scria lui Galileo despre „nave sau vele adaptate brizei cereşti". Fezabilitatea construirii unui astfel de obiect nu a devenit însă posibilă până în anii 1970. În primul rând, lumina se transformă în căldură când este absorbită, aşa cum ştie orice câine sau pisoi ce găseşte un petic de soare pentru a trage un pui de somn. Aşa că oglinda noastră nu poate fi orice oglindă, ci trebuie să absoarbă mai puţin de o sutime dintr-o miime din lumina solară, astfel încât să nu ia foc, iar apoi trebuie să lovim acea velă cu un laser extrem de puternic şi de precis.

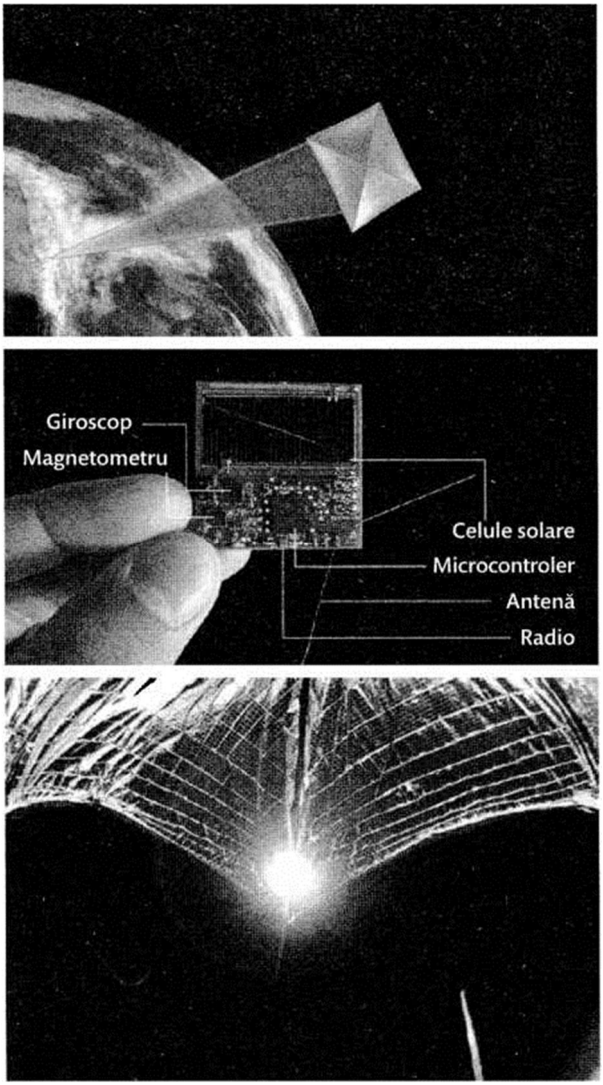
Nici această idee nu a fost complet originală. Conceptul unei vele propulsate de laser a fost inventat în anul în care m-am născut (1962) de vizionarul Robert Forward şi a fost ulterior dezvoltat de alţi cercetători, cum ar fi Phil Lubin, pentru a include scheme electronice miniaturizate şi design optic modern. Însă niciodată nu a fost atât de aproape să devină realitate.

Am calculat că un fascicul laser de 100 de gigawaţi, capabil să ţintească o velă de aproximativ dimensiunea unei persoane, ar putea propulsa câteva minute vela împreună cu camera ataşată şi dispozitivul de comunicare la o cincime din viteza luminii când nava spaţială va fi parcurs deja de cinci ori distanţa până la Lună. Aceasta ar fi pista navei spaţiale, să spunem. De-a lungul acestei distanţe fasciculul laser ar putea lansa nava spaţială la o viteză suficientă cât să-i permită să ajungă pe cea mai apropiată stea în timpul vieţii noastre.

Tot ce am propus era în limitele tehnologice existente. Dificil? Da. Scump? Oarecum. Era la fel de scump precum unul dintre cele mai mari proiecte ştiinţifice, cum ar fi Marele Accelerator de Hadroni de la CERN sau Telescopul Spaţial James Webb, dar mai ieftin decât asaltul selenar al lui Apollo. (Mulţi oameni care au auzit de Iniţiativa Starshot au mărturisit că nu au mai fost atât de încântaţi de explorarea spaţiului de la misiunea Apollo de acum cincizeci de ani.) Dar ar fi şi eficient. Odată construit, sistemul de lansare poate fi folosit pentru a trimite o mulţime de astfel de nave care sunt probabil mai bine gândite decât sondele, cu toate că avem obiceiul să le spunem *StarChips.*

În august 2015, la doar câteva luni de la acest demers, am devenit coautor al unui articol, împreună cu cercetătorul meu postdoctoral James Guillochon, cu privire la velele solare. În acel articol am avansat ideea că, dacă oamenii au fost capabili să inventeze o astfel de tehnologie, atunci şi altă viaţă inteligentă ar fi putut să o facă. Bazându-ne pe această ipoteză, am susţinut că cercetătorii ar trebui să caute tipul de raze cu microunde pe care

viaţa extraterestră le-ar putea folosi pentru a trimite propriile nave printre stele.



Sus: Reconstituire grafică a lui Starshot, un proiect care va propulsa o velă solară de pe Pământ cu ajutorul unui fascicul laser puternic. *Mijloc*: Un exemplu de dispozitiv electronic uşor (*StarChip*) care ar putea fi ataşat, împreună cu un aparat foto, la velă. *Jos*: Fotografie a lui LightSail 2, lansat de Societatea Planetară pe 23 iulie 2019, cu Soarele văzut prin vela de 32 m².

Breakthrough Starshot/A. Loeb (*imaginile de sus şi din mijloc*) şi Societatea Planetară (*imaginea de jos*)

Când articolul nostru a fost publicat în octombrie 2015, în *Astrophysical Journal,* Iniţiativa Starshot nu fusese încă anunţată oficial, iar James şi cu mine am abordat o singură consecinţă a căutării unor posibile soluţii pentru provocarea Starshot de către echipa mea. Însă am fost plini de satisfacţie să avem un articol publicat pe baza primelor noastre evaluări ale propunerii lui Iuri.

Publicarea în sine a avut şi o consecinţă neaşteptată: a atras atenţia presei. Interesul presei nu a fost unul dintre obiectivele cercetării mele, ce a urmat aceleaşi principii care mi-au ghidat ipotezele anterioare cu privire la natura materiei întunecate, primele stele şi găurile negre. Privind retrospectiv, mi-am dat seama că această atenţie mediatică neaşteptată era un semn a ceea ce avea să urmeze.

•••

Când m-am întors la Harvard am continuat să lucrăm, iar la şase luni după ce am făcut cunoştinţă cu Iuri şi Pete Worden, am primit apelul telefonic pe care îl aşteptam de la Pete. Cei doi voiau să le spun ce descoperiri făcuse echipa mea. Voiau să fac asta acasă la Milner, în California. Şi voiau raportul în două săptămâni.

Fusesem ambiţios când cerusem doar şase luni ca să întocmesc un plan plauzibil pentru a ajunge la cea mai apropiată stea în aproximativ douăzeci de ani. Acum a trebuit să rezum rapid totul într-un mod care să convingă o comisie restrânsă să acorde finanţarea. Şi consiliului i se va alătura Stephen Hawking, cel mai renumit teoretician în domeniul astrofizicii la acel moment. Acesta nu a fost singurul om de ştiinţă ilustru care avea să treacă în revistă ceea ce trimisesem. Freeman Dyson a ţinut frecvent legătura cu mine cu privire la cercetarea mea şi a început să-şi arate şi el interesul pentru Starshot.

Când Pete m-a contactat eram în concediu şi tocmai ieşeam pe uşa camerei de hotel pentru a vizita o fermă de capre retrasă din regiunea Negev, din sudul Israelului, unde soţia mea dorea să ne petrecem sfârşitul de săptămână. Aşa că în dimineaţa următoare am pregătit o prezentare stând afară, sprijinit de peretele biroului fermei de capre – singurul loc de unde te puteai conecta la internet.

Pentru mine era ideal. Vremea era rece şi uscată. M-am uitat la iezii care se născuseră în ziua precedentă. Totul mi se părea foarte familiar şi îmi amintea de ferma unde crescusem împreună cu cele două surori ale mele, Reli şi Shoshi. Sarcinile mele erau, printre altele, să adun ouăle şi să prind

puii când scăpau din cuşti. În acest cadru familiar am întocmit planurile pentru prima sondă interstelară a omenirii care utilizează tehnologia velelor solare.

Două săptămâni mai târziu am vizitat casa lui Milner din Palo Alto şi l-am anunţat că avem un plan care să răspundă cerinţelor pe care le stabilise. Era posibil din punct de vedere tehnologic să trimitem o navă către Proxima Centauri în timpul vieţii noastre.

Iuri a fost mulţumit şi încântat, la fel ca Pete. După câteva luni de discuţii ample, am decis să facem un anunţ public al Iniţiativei Starshot la observatorul din vârful One World Trade Center din New York, la data de 12 aprilie 2016. Aceasta a fost seara lui Iuri, o comemorare a lansării primului om în spaţiu, Iuri Gagarin, pe 12 aprilie 1961. Alături de Iuri Milner, pe scenă mi s-au alăturat Freeman Dyson şi Stephen Hawking. Viziunea istorică prezentată de comisia ştiinţifică a fost înregistrată de echipe de televiziune şi a fost difuzată în întreaga lume. A doua zi dimineaţă soţia mea a dus maşina la un schimb de ulei, iar mecanicul, care era obişnuit să mă vadă pe mine făcând acest lucru, a întrebat unde sunt. Ofrit i-a spus că nu am putut veni din cauza anunţului, iar acesta a răspuns: „Acest proiect este extraordinar. Am citit toate reportajele despre el".

Viziunea de a vizita o altă stea în timpul vieţii noastre a captivat imaginaţia publicului într-un mod care aminteşte de aselenizarea lui *Apollo 11.*

La doar şaptesprezece luni de la această prezentare, Oumuamua a fost descoperit de telescoapele Pan-STARRS.

•••

Să facem o scurtă pauză pentru a recapitula dovezile care au apărut despre Oumuamua în săptămânile imediat următoare descoperirii sale. Era un mic obiect strălucitor, de o formă ciudată, care a deviat de pe orbita modelată de gravitaţia Soarelui, fără să aibă nicio coadă vizibilă (cauzată de emanaţii de gaze ale gheţii cometei care se transformă în vapori prin frecare şi căldura Soarelui), în ciuda unei căutări atente cu Telescopul Spaţial Spitzer şi a altor detectori.

Acestea sunt certitudini şi ne permit să susţinem cu încredere că primele trei anomalii identificate ale lui Oumuamua – orbita neobişnuită fără coadă, forma extrem de alungită şi luminozitatea – îl fac să fie diferit cu o marjă semnificativă din punct de vedere statistic de toate celelalte obiecte clasificate de omenire. Dacă ar fi să vorbim despre acest caracter distinctiv în termeni statistici, atunci putem susţine cu prudenţă, pe baza impulsului suplimentar şi a cozii cometare, că Oumuamua este unu la câteva sute. De asemenea, poate fi clasificat ca unu la câteva sute dacă luăm în calcul forma

sa. Iar pe baza reflexiei sale este un obiect de unu la zece (din nou, tot cu aceeaşi prudenţă). Dacă înmulţim aceste trei însuşiri anormale, putem aprecia cât de ieşit din comun este Oumuamua. În momentul de faţă este un obiect la un milion.

După cum ştim, aceste trei trăsături – orbita, forma şi reflexia – nu sunt singurele ciudăţenii ale lui Oumuamua. Însă toate aceste trei trăsături sfidează clar aşteptarea ştiinţifică şi naivă cum că primul nostru vizitator interstelar ar semăna cu asteroizii de piatră sau cu cometele de gheaţă despre care ştim că au trecut prin sistemul nostru solar.

Chiar dacă aceste anomalii devin din ce în ce mai multe, majoritatea oamenilor de ştiinţă s-au agăţat de cea mai comună explicaţie: Oumuamua este cel mai probabil un obiect natural, un asteroid sau o cometă. Majoritatea oamenilor de ştiinţă, nu toţi. Vedeţi, chiar şi comunitatea noastră are anomaliile ei.

Deoarece aveam încă proaspătă în minte Iniţiativa Starshot, am ajuns la altă ipoteză.

5. Ipoteza velei solare

La începutul lui septembrie 2018, cu aproape un an înainte ca Oumuamua să treacă deasupra noastră, am scris un articol pentru *Scientific American* cu privire la ce ar putea presupune căutarea unor vestigii ale civilizaţiilor extraterestre, în special civilizaţii dispărute. Pe baza datelor oferite de satelitul artificial Kepler, am argumentat că noi cunoaştem aproape un sfert dintre stelele găzduite de planete locuibile de dimensiunea Pământului. Chiar dacă doar o mică parte dintre toate Pământurile locuibile au găzduit civilizaţii tehnologizate ca ale noastre în timpul vieţii stelelor lor, ar putea exista o mulţime de vestigii în Calea Lactee care pot fi explorate.

Am formulat teoria potrivit căreia unele dintre aceste lumi locuibile ar putea deţine dovezi ale unor civilizaţii anterioare, practic orice, de la urme atmosferice sau geologice la megastructuri abandonate. Dar şi mai fascinantă a fost posibilitatea ca noi să găsim prin sistemul nostru solar vestigii tehnologice fără funcţionalităţi detectabile, de exemplu piese de echipament care au rămas fără energie de-a lungul milioanelor de ani de călătorie şi au devenit deşeuri spaţiale.

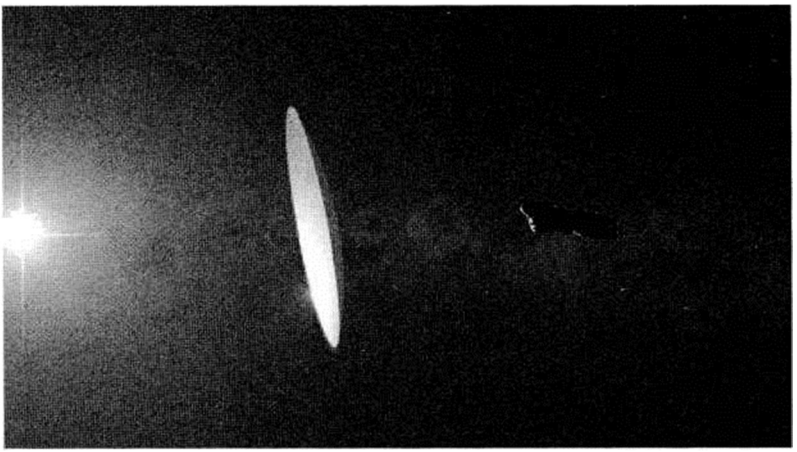
Am observat în continuare că ar fi cât se poate de posibil să fi găsit deja un asemenea vestigiu tehnologic. Observând descoperirea lui Oumuamua din toamna trecută, am făcut un rezumat al dovezilor anormale pe care le acumularăm şi am pus apoi o întrebare retorică: Luând în considerare devierea sa de la orbita aşteptată şi alte caracteristici ieşite din comun, „ar fi putut Oumuamua să fie un motor artificial?"

A fost un gând trecător, la fel ca ideea mea de a intercepta civilizaţii extraterestre. Şi poate că m-aş fi mulţumit să rămână aşa dacă aş fi putut să-mi scot acele *StarChips* din cap.

•••

Cam tot pe atunci, Shmuel Bialy, un nou coleg postdoctoral, a ajuns la Institutul pentru Teorie şi Calcul de la Harvard, unde eram director. I-am propus să colaborăm la o lucrare menită să explice accelerarea excesivă a lui Oumuamua prin radiaţia primită de la lumina solară. Datorită lucrării mele precedente cu privire la velele solare pentru conceptualizarea Iniţiativei Starshot, eram familiarizat cu constrângerile şi posibilităţile presupuse de o călătorie interstelară cu ajutorul tehnologiei velelor solare. Aveam formulele relevante proaspete în minte şi eram pregătit să le aplic pentru a explica eventual forţa ieşită din comun exercitată de ipoteza velei

solare lumina Soarelui asupra lui Oumuamua. Mai exact, la acel moment atitudinea mea se rezuma pur şi simplu la „asta ar putea funcţiona”. Lumea astronomică a fost pusă în faţa unei descoperiri incitante, a unui obiect interstelar despre care am adunat o mulţime de date confuze. Ne-am confruntat cu nişte fapte pe care a fost greu să le punem cap la cap în cadrul unei ipoteze care să le ia în calcul pe toate. Când am propus ca eu împreună cu Bialy să explicăm abaterea lui Oumuamua din calea luminii solare, am urmat acelaşi principiu ştiinţific ca întotdeauna: o ipoteză care satisface toate datele menite să fie luate în considerare.



Reconstituire grafică a lui Oumuamua ca o velă solară (*stânga*), alături de o redare convenţională a obiectului drept o rocă alungită în formă de trabuc (*dreapta*). Mark Garlick pentru Tähdet ja avaruus/Science Photo Library

Bialy a verificat cifrele şi entuziasmul său a crescut. Ideea pe care am propus-o părea o posibilitate viabilă. Acest lucru a dus la o nouă întrebare: Ce ar trebui să presupunem în legătură cu dimensiunea şi compoziţia lui Oumuamua pentru a-i explica devierea? Întrebarea-cheie consta în cât de subţire trebuia să fie Oumuamua pentru a avea un raport suprafaţă-volum atât de extrem încât să dea seama de excesul său de accelerare. Am stabilit că Oumuamua trebuia să fie mai subţire de un milimetru ca forţa luminii solare să fie eficientă.

Această semnificaţie era evidentă: Natura şi-a arătat capacitatea de a produce orice de dimensiunea şi compoziţia rezultată din presupunerile noastre, aşa că este posibil ca un lucru sau cineva să fi construit o asemenea

velă solară. Oumuamua trebuie să fi fost proiectat, construit şi lansat de o inteligenţă extraterestră.

Este o ipoteză neobişnuită, fără îndoială. Însă nu este mai puţin neobişnuită decât alte ipoteze care au fost propuse pentru a explica trăsăturile ieşite din comun ale lui Oumuamua. Natura nu a arătat să aibă nicio tendinţă de a produce comete din hidrogen pur sau nori pufoşi din materiale care sunt mai rarefiate decât aerul şi coezive din punct de vedere structural. Natura extraordinară a concluziei noastre s-a bazat aproape în totalitate pe presupunerea că nu era un obiect care a apărut în mod natural.

Poate părea bizar că s-a ajuns la o velă solară, însă pentru a ajunge la această concluzie nu a fost nevoie de ceva extraordinar. Shmuel şi cu mine am urmat firul logic. Ne-am luat după dovezi şi, în marea tradiţie a unei munci de detectiv în domeniul ştiinţei, am urmat îndeaproape una dintre maximele lui Sherlock Holmes: „Când ai eliminat imposibilul, tot ce rămâne, *oricât de improbabil* ar părea, trebuie să fie adevărul". De aici şi ipoteza noastră: Oumuamua era un obiect artificial.

Am pus aceste idei pe hârtie într-un articol intitulat „Could Solar Radiation Pressure Explain Oumuamua's Peculiar Acceleration?" („Ar putea presiunea radiaţiei solare să explice accelerarea neobişnuită a lui Oumuamua?") În acesta am abordat o altă serie de întrebări despre Oumuamua. Am descris daunele posibile pe care le-ar fi putut suferi în timp ce a traversat universul, de exemplu prin coliziunea cu praful spaţial sau în urma tensiunii continue a forţei centrifuge cauzate de rotaţia sa. Am analizat impactul pe care o astfel de deteriorare l-ar putea avea asupra masei şi vitezei obiectului şi am considerat că este minim. Rezolvând ecuaţie după ecuaţie, am tras concluziile pe baza datelor disponibile cu privire la grosimea şi la masa obiectului care au influenţat raportul suprafaţă-volum. Iar apoi am formulat ipoteza de la finalul lucrării: „Dacă presiunea radiaţiei reprezintă forţa de accelerare, atunci Oumuamua reprezintă o clasă nouă de material interstelar subţire care fie a fost produs în mod natural (...), fie are origini artificiale", am scris noi.

„Având în vedere originea artificială, o posibilitate ar fi ca Oumuamua să fie o velă solară care pluteşte prin spaţiul interstelar, asemenea unor deşeuri ale echipamentelor tehnologice avansate", am continuat noi.

Am trimis acest articol la sfârşitul lunii octombrie 2018 prestigioasei reviste ştiinţifice *Astrophysical Journal Letters,* specializată în lucrări actuale, cu un impact major. Intenţia noastră a fost să atragem atenţia colegilor cercetători despre care ştiam că formulează ipoteze fără să ia în considerare dovezile. Şi acest lucru trebuie avut în vedere. În acest spirit, am postat şi manuscrisul, înainte ca acesta să fie evaluat *inter pares,* şi pe

site-ul pentru articole prepublicate arXiv.org. Jurnaliştii specializaţi în ştiinţă cercetează regulat arXiv pentru ştiri, iar doi dintre ei au găsit în scurt timp studiul nostru şi s-au grăbit să relateze despre ipoteza noastră. Relatările lor au devenit virale, iar la 6 noiembrie 2018, la aproximativ un an după ce Oumuamua a fost descoperit, totul a explodat.

•••

La câteva ore după ce au apărut primele reportaje în presă am fost înconjurat de camere de filmat. În timp ce majoritatea americanilor participau la o rundă de alegeri legislative foarte disputate, patru echipe de televiziune s-au înghesuit în biroul meu de pe Garden Street, Cambridge, Massachusetts. Încercam să fac faţă întrebărilor lor în timp ce răspundeam la un flux constant de apeluri şi e-mailuri primite de la reporterii din presa scrisă.

Aveam ceva experienţă cu presa generalistă datorită unor articole mai vechi pe care le scrisesem pe mai multe teme, însă un asemenea nivel de atenţie era nou pentru mine şi oarecum copleşitor. Nu m-a ajutat că mă pregăteam mental să plec spre Berlin la o prelegere publică în cadrul conferinţei inspirat intitulate Căderea Zidului, un eveniment care celebra descoperirile epocale ce sporesc interesul societăţii pentru cele mai noi progrese în ştiinţă şi tehnologie.

M-am grăbit spre casă să-mi iau valiza, dar nici nu m-am întors bine la maşină că a sosit o altă echipă de filmare care îmi aflase adresa de acasă. În timp ce stăteam în faţa uşii, un reporter a întrebat: „Credeţi că există civilizaţii extraterestre în univers?"

„Un sfert dintre toate stelele găzduiesc o planetă de mărimea Pământului şi cu o temperatură de suprafaţă similară", am spus eu către cameră. „Ar fi o atitudine arogantă să credem că suntem singuri".

În momentul în care am aterizat la Berlin, membrii presei internaţionale relatau la fel de mult ca presa americană, şi toate acestea înainte ca articolul nostru să fie publicat.

Având în vedere atenţia presei şi nevoia de a prezenta mai multe detalii despre baza reală a ipotezei, *Astrophysical Journal Letters* ne-a publicat lucrarea pe 12 noiembrie. Au acceptat-o spre publicare la doar trei zile după ce am trimis-o, cel mai rapid timp de răspuns din întreaga mea carieră ştiinţifică.

Eram recunoscător pentru publicarea articolului. Asta însemna că tot mai multe persoane din rândul cercetătorilor luau în considerare ipoteza noastră de a explica dovezile lăsate în urmă de Oumuamua. Însă nu-mi făceam nicio iluzie că o parte considerabilă a comunităţii academice va proceda altfel decât să abordeze teoria că Oumuamua provine dintr-o

civilizaţie extraterestră drept o altă ipoteză neobişnuită printre multe altele. Am presupus că majoritatea ar avea reţineri să ia în considerare ideea, iar unii cercetători ar fi chiar ostili. Eram conştient că orice argument era întâmpinat în gândirea cercetătorilor de la SETI cu o suspiciune predominantă.

Până şi această revărsare a interesului popular, care a crescut odată cu lansarea articolului nostru, mi se părea ironică atunci când mă gândeam la banalitatea ipotezei. Cu doar un an în urmă, după relatările unei anomalii care avea de-a face cu atomii de hidrogen (care s-au dovedit a fi mai reci decât era de aşteptat la începuturile universului), am publicat un articol împreună cu un alt cercetător postdoctoral de la Harvard, Julian Munoz, în care se demonstrează că, dacă materia întunecată a fost alcătuită din particule încărcate cu o mică sarcină electrică, acestea ar putea să răcească hidrogenul cosmic şi să explice anomalia relatată. Chiar dacă această ipoteză a fost publicată în *Nature* şi chiar dacă s-a bazat pe mai multe supoziţii decât cea formulată împreună cu Bilay cu privire la apartenenţa lui Oumuamua la o tehnologie extraterestră, ea a atras mult mai puţină atenţie.

Mai exact, deşi eram suficient de disponibil pe cât mi-au permis angajamentele, nu am căutat să fiu în lumina reflectoarelor şi nici nu mi-a plăcut asta în mod deosebit. Când mi-am propus în trecut să atrag atenţia asupra muncii mele aşa cum am făcut-o în cazul Iniţiativei Starshot, am fost recunoscător să primesc un răspuns chiar şi de la câţiva membri ai presei. Deşi am urmat o vastă pregătire profesională în diverse domenii de-a lungul vieţii, nimeni, nici măcar eu, nu s-a gândit să includă şi pregătirea în mass-media. Dacă privim în trecut, poate că cineva ar trebui să facă asta. Astronomia şi astrofizica sunt domenii care necesită frecvent timp şi bani, iar exploatarea atenţiei publicului în legătură cu ce este posibil şi cu ce ar putea fi necesar nu poate fi un aspect secundar.

•••

Să afirm că formularea posibilităţii ca Oumuamua să fi fost o tehnologie artificială a fost tratată cu dezaprobare nu reprezintă nicio exagerare. Cu siguranţă, presa generalistă a fost entuziasmată, iar publicul larg a fost fascinat, însă colegii mei cercetători au fost, să spunem, mai circumspecţi.

În iulie 2019, echipa Oumuamua de la Institutul Internaţional de Ştiinţă Spaţială (ISSI) a publicat o concluzie neechivocă în *Nature Astronomy*: „Nu am găsit dovezi convingătoare în favoarea unei provenienţe extraterestre a lui Oumuamua". În paragrafele anterioare se susţinuse că teoria unei tehnologii extraterestre pe care o propuseserăm eu şi cu Bialy este interesantă, însă nu are nicio bază. Cu toate acestea, articolul se încheie cu o listă de anomalii ale lui Oumuamua la care nu s-a găsit răspuns şi pe care

autorii le-au numit „întrebări deschise”. Aceştia au mai recunoscut că numai după ce telescopul avansat de la observatorul Vera C. Rubin din Chile va deveni complet funcţional vom putea avea suficiente date pentru a stabili „cât de comune sau de rare sunt proprietăţile lui Oumuamua”.

Nu am avut niciodată intenţia de a deveni un *„enfant terrible* al astrofizicii de la Harvard”, aşa cum m-a numit jurnalista specializată în domeniul ştiinţific Michelle Starr. Atitudinea mea faţă de anomalii rămâne aceeaşi ca în prima zi de şcoală: curioasă şi întrebătoare. Îmi fac suficient de mult timp pentru a mă întreba ce ar putea urma dacă aş da curs unei acţiuni în locul celeilalte. Când Starr l-a rugat pe Matthew Knight, un astronom de la Universitatea din Maryland şi unul dintre cercetătorii echipei Oumuamua de la ISSI, să concluzioneze asupra descoperirilor echipei, acesta a declarat: „Nu am văzut niciodată ceva asemănător cu Oumuamua în sistemul nostru solar. Este în continuare un mister”. Apoi a adăugat: „Dar preferăm să rămânem fideli obiectelor analoge pe care le cunoaştem”.

Destul de corect. Dar ce s-ar întâmpla dacă am începe să analizăm problema mai degrabă de la capătul misterios decât de la cel familiar-analog? Ce întrebări şi căi noi de căutare a răspunsului apar când luăm în considerare posibilităţi aflate în contradicţie cu presupunerile noastre care ne guvernează, însă sunt conforme cu datele de care dispunem?

Aceasta nu este o întrebare lipsită de sens. Datele ne-au constrâns să adoptăm explicaţii extrem de rare pentru acest lucru. Unii dintre cercetătorii tradiţionali care nu au această gândire de grup menţionată mai sus au analizat cu atenţie datele cu privire la Oumuamua şi au ajuns la concluzia că numai explicaţii extrem de neobişnuite ar putea da seama de comportamentul anormal al obiectului. Pentru a explica toate lucrurile cunoscute, aceştia ne-au constrâns să ne imaginăm că Oumuamua este un obiect pufos, compus dintr-un material de o sută de ori mai rarefiat decât aerul, sau că a fost o cometă compusă din gheaţă de hidrogen.

Cercetătorii au trebuit să ofere opţiuni „nemaiîntâlnite anterior” pentru a dovedi proprietăţile ieşite din comun ale lui Oumuamua. Dintre toţi asteroizii şi cometele pe care le-am clasificat, niciunul/una nu a avut asemenea proprietăţi ciudate. Dacă aceste explicaţii ştiinţifice tradiţionale în ce priveşte Oumuamua au fost considerate suficient de valide pentru a fi analizate cu atenţie, atunci şi ipoteza că ar constitui o tehnologie extraterestră „nemaivăzută anterior” merită cel puţin la fel de multă atenţie.

Întrebările pe care le ridică ipoteza unei vele solare sunt şi mai interesante. Dacă presupunem că Oumuamua este o cometă extrem de rară, compusă din hidrogen pur îngheţat, multe dintre întrebările noastre se află într-o fundătură. Acelaşi lucru este valabil dacă ne imaginăm că un nor

pufos de praf are suficientă integritate internă pentru a rămâne compact, dar este suficient de uşor pentru a fi împins de lumina soarelui. În ambele cazuri putem fi uluiţi, dar cam atât. Locul rarităților statistice este pe rafturile cabinetelor de curiozităţi şi nu ar trebui să dea naştere unor noi ramuri ale cercetării ştiinţifice. Dar dacă recunoaştem că Oumuamua ar putea fi la origine o tehnologie extraterestră şi abordăm acea ipoteză cu o curiozitate ştiinţifică, în faţa noastră se deschid toate noile perspectivele de căutare şi descoperire a dovezilor.

După ce presa a trecut peste şocul iniţial al faptului că şeful Departamentului de astronomie de la Harvard şi cercetătorul său postdoctoral susţineau că Oumuamua este un vestigiu al unei tehnologii extraterestre, am fost acuzat că văd vele solare pretutindeni. La urma urmei, implicarea mea în Iniţiativa Starshot fusese anunţată cu doi ani în urmă, iar obiectivul nostru era să trimitem cipuri electronice pe cea mai apropiată stea cu ajutorul tehnologiei velelor solare.

Jurnalistul care mi-a luat un interviu pentru ziarul german *Der Spiegel* a spus-o cu o sinceritate admirabilă: „Conform unui proverb, cine n-are decât un ciocan va vedea în jur doar cuie".

I-am răspuns că da, imaginaţia mea, ca a oricărui alt om, era ghidată de ceea ce ştiam, şi da, ca în cazul tuturor, ideile mele au fost influenţate de munca mea. Însă ar fi trebuit să adaug că problema proverbului consta în concentrarea atenţiei asupra ciocanului în detrimentul persoanei care îl mânuieşte. Dulgherii pricepuţi nu numai că *nu* văd cuie peste tot, dar sunt instruiţi să iasă în evidenţă din rândul celor care fac asta.

6. Scoici şi balize

Una dintre activităţile mele preferate este să mă plimb de-a lungul plajei şi să caut scoici care merită adunate. Este un mod de a-mi petrece timpul liber când sunt în concediu, când îmi aleg o bucată de plajă preferată pentru a hoinări şi a studia, când am vreme să fac asta. De multe ori fiicele mele mi se alătură în timp ce analizăm ce a mai fost adus la mal. De-a lungul anilor am adunat o frumoasă colecţie de bivalve delicate, ghiocuri rotunde, tritoni ondulaţi şi cochilii de melci marini. Doar câteva dintre cochiliile noastre sunt intacte, însă cele mai multe sunt deteriorate şi dezintegrate parţial, iar rămăşiţele lor fac acum parte din nisipul alb pe care călcăm.

În timp ce căutăm cochilii mai găsim şi o bucată de sticlă, un ciob de la o sticlă aruncată în mare pe care oceanul a purtat-o de colo-colo până când a netezit-o. În aceste condiţii, chiar şi produsele industriale pot fi frumoase.

În expediţiile noastre de căutare a cochiliilor găsim uneori şi alte obiecte confecţionate de om, mai puţin frumoase: să zicem, o sticlă de plastic sau o pungă de cumpărături. Însă asemenea descoperiri sunt destul de rare, iar această raritate poate fi explicată cu uşurinţă: încercăm să ne facem concediul în preajma unor locuri unde este puţin probabil să dăm peste gunoaie.

Dacă familia noastră şi-ar dori, am putea ajunge pe nişte plaje unde gunoiul este o certitudine. Din păcate, numărul acestora pe planeta noastră creşte. De exemplu, plaja Kamilo din Hawaii. Cândva a fost o plajă frumoasă, însă acum este cunoscută drept „plaja de plastic" din cauza cantităţii de deşeuri acumulate acolo. Starea sa deplorabilă nu este surprinzătoare având în vedere că Marea Insulă de Gunoaie din Pacific, după unele estimări cea mai mare dintre cele cinci zone „de acumulare a plasticului" din larg, este situată între California şi Hawaii. Nici existenţa acestor cinci insule nu este surprinzătoare având în vedere că omenirea aruncă în ocean aproximativ opt milioane de tone metrice de plastic în fiecare an.

Cu cât există mai mult din ceva, cu atât este mai probabil să îl întâlnim. Acest truism se aplică în egală măsură scoicilor şi sticlelor de plastic, dar şi celor două explicaţii potenţiale pe care le-am descris până acum în legătură cu Oumuamua. Fie că este o scoică naturală, fie că este o bucată de material fabricat, gunoi sau altceva.

Dacă ne uităm la ambele posibilităţi printr-o lentilă fabricată din sticlă de pe plajă, putem vedea de ce este important să o identificăm pe cea mai bună şi ce implicaţii va avea atât asupra ştiinţei, cât şi asupra civilizaţiei noastre.

•••

Să presupunem că Oumuamua a fost mai degrabă o scoică decât o sticlă de plastic. Cu siguranţă, o scoică neobişnuită, totuşi una naturală.

Acest raţionament a atras marea majoritate a cercetătorilor care au luat în calcul anomaliile lui Oumuamua. Cu toate acestea, calculele ni se dau peste cap aproape imediat când ne întrebăm câte scoici interstelare trebuie să fie în sistemul nostru solar ca să dăm din întâmplare peste una.

Nimeni nu este surprins să întâlnească o scoică intactă în timp ce se plimbă de-a lungul plajei. Există nenumărate creaturi marine care produc scoici şi, chiar dacă avem în vedere dimensiunile oceanelor planetei, acestea sunt mai mult decât suficiente ca să creeze un loc comun pentru a găsi scoici care merită adunate. Într-adevăr, dacă ne-am fi dorit, am fi putut estima nu numai probabilitatea de a găsi *o* scoică, ci un anumit *tip* de scoică de-a lungul unei anumite porţiuni de plajă. De exemplu, dacă ştim câte ceva despre numărul de scoici *Mercenaria* care se găsesc în apele din jurul Cape Cod, vom putea prezice cât de des am putea descoperi una pe plajele de lângă Provincetown. Acelaşi lucru se poate aplica şi pentru cochilia unei scoici pe o plajă din Florida.

Dacă Oumuamua este un asteroid sau o cometă care a apărut în mod natural, atunci ne putem pune următoarea întrebare: Câte roci interstelare trebuie să existe în univers ca oamenii să se confrunte regulat cu ele în sistemul nostru solar? Dacă spaţiul interstelar are o populaţie mare de asteroizi şi de comete, la fel ca acelea din familia obişnuită care sunt atrase de gravitaţia Soarelui, atunci nu ar fi surprinzător pentru noi să le vedem. După cum am observat la urma urmei, cu cât un lucru este mai frecvent, cu atât este mai probabil să-l întâlnim. Cu toate acestea, dacă spaţiul interstelar are o populaţie mică de asemenea roci, nu ar fi mai surprinzător dacă le-am întâlni în sistemul nostru solar.

Desigur, spaţiul interstelar este mult mai vast decât oceanele Pământului. Asta înseamnă că ar trebui să existe o populaţie foarte, foarte mare de asemenea obiecte interstelare care să plutească în univers ca noi să le putem întâlni frecvent. Aceste roci sunt cunoscute drept părţi componente ale sistemului planetar din jurul stelelor.

De fapt, *foarte, foarte* reprezintă prea puţin pentru a face dreptate acestei mici populaţii. Pentru a contabiliza o populaţie de roci la fel de mari cum se consideră a fi Oumuamua, este nevoie ca fiecare stea din Calea Lactee să ejecteze în jurul său 1015 de asemenea obiecte din material stâncos de-a

lungul vieţii sale. Pentru a vă face o impresie despre acest număr, adică un cvadrilion, luaţi o foaie de hârtie şi scrieţi cifra unu, urmată de cincisprezece zerouri. Nu este chiar numărul planetelor locuibile în universul observabil (1021), dar reprezintă o mulţime de obiecte care provin de la fiecare stea din galaxia noastră. Sistemele planetare din jurul stelelor sunt acele zone unde există şanse să se formeze obiecte solide mari.

Soarele nostru nu prea a risipit componentele sale planetare. În 2009, la un deceniu înainte de descoperirea lui Oumuamua, am publicat o lucrare împreună cu Amaya Moro-Martin şi Ed Turner în care am folosit istoricul dinamic al sistemului nostru solar pentru a prezice o populaţie de obiecte interstelare aleatorii; aceasta este de două până la opt ori mai mică decât cantitatea necesară pentru a explica descoperirea lui Oumuamua. Cu alte cuvinte, numărul de obiecte interstelare prezise de noi a fost de cel puţin o sută de ori mai mic decât era necesar pentru a demonstra ipoteza că Oumuamua este o rocă interstelară aleatorie. Asta nu exclude posibilitatea ca Oumuamua să fie o rocă obişnuită, dar nu face descoperirea sa în sistemul nostru solar surprinzătoare din motive statistice.

Altfel spus, ideea că Oumuamua a fost o rocă apărută în mod natural presupune ca populaţia obiectelor stelare aleatorii să fie mult mai mare decât ne aşteptăm şi decât se preconizează în sistemul nostru solar. Prin urmare, fie planetele de acolo sunt, în cea mai mare parte, foarte diferite de a noastră, fie se petrece altceva.

•••

Un mic grup de cercetători a revizuit în 2018 problema abundenţei rocilor din spaţiul interstelar care se aseamănă cu Oumuamua. Aceştia au ajuns la nişte concluzii generale în timp ce studiau abilitatea Pan-STARRS de a detecta obiecte similare cu Oumuamua. Printre acestea s-a numărat şi constatarea pe scară largă a faptului că „multe aspecte ale Oumuamua produc nedumerire şi tulburare". Însă ei au mai aflat şi că numărul per unitate de volum a materialului interstelar pentru ca Oumuamua să fie o rocă obişnuită necesită „un ritm de ejecţie a masei" care depăşeşte cu mult aşteptările, adică până la un cvadrilion (1015) de obiecte de dimensiunea lui Oumuamua per stea, ceea ce formează aproximativ câte un obiect pentru fiecare volum interstelar a cărui circumferinţă este modelată de orbita Pământului din jurul Soarelui. În două lucrări ulterioare, fosta mea colaboratoare Amaya Moro-Martin a arătat că abundenţa naturală a obiectelor de tipul lui Oumuamua de pe orbitele aleatorii nu atinge valoarea necesară, la o diferenţă de câteva ordine de magnitudine, chiar dacă fiecare sistem planetar ar fi ejectat toate materialele solide în el.

Aceste concluzii complică constatarea noastră din 2009 într-un mod interesant. Una dintre complicaţii are la bază originile materialului interstelar care se încadrează în două categorii largi: material stâncos uscat (care are puţină gheaţă sau deloc) şi material stâncos îngheţat.

Rocile uscate se creează în primul rând în timpul formării planetei. Acest lucru se întâmplă în urma faptului că particulele de praf se lipesc şi cresc în dimensiune până când formează planetezimale, care în cele din urmă se unesc şi alcătuiesc planete. Însă în primul studiu de mai sus s-a ajuns la concluzia că densitatea necesară ca ipoteza unei roci aleatorii să explice modul natural de formare a lui Oumuamua „nu poate pleca de la ejecţia materialelor sistemului solar interior în timpul formării planetelor". De-a lungul formării planetelor nu este ejectat suficient material pentru a obţine densitatea necesară.

Pentru a obţine densitatea necesară a unor obiecte care apar în mod natural, aceşti cercetători au trebuit să stabilească o sursă suplimentară de obiecte interstelare ca Oumuamua. Iar în acest scop au apelat la materialul ejectat de stelele Norului lui Oort, cochilii ale obiectelor îngheţate de la marginile exterioare ale acestor sisteme. Când o stea ajunge la capătul vieţii, atracţia gravitaţională asupra corpurilor din Norul lui Oort slăbeşte şi acestea sunt eliberate. Dar chiar dacă toate stelele muribunde contribuie cu resturile lor din Norul lui Oort la spaţiul interstelar, Amaya Moro-Martin a descoperit în al doilea articol că acestea nu oferă suficient material pentru a ajunge la densitatea dorită.

Provocarea cu care se confruntă explicaţia „originii naturale" a lui Oumuamua este reprezentată de necesitatea unei cantităţi suficiente de material interstelar. Analogia aproximativă cu scoicile poate fi de folos. Este nevoie de o cantitate imensă de scoici în mare pentru a permite descoperirea uneia intacte pe plajă. Acelaşi lucru este valabil şi pentru venirea lui Oumuamua în sistemul nostru solar în mod natural. Ca acesta să fie un obiect apărut aleatoriu, avem nevoie de o grămadă de astfel de obiecte în univers, iar pentru a ajunge la acea densitate avem nevoie de obiecte eliberate atât de pe urma formării planetelor, cât şi din Norii lui Oort.

Desigur, am stabilit deja că Oumuamua nu are o structură de gheaţă. (Nici emanaţii de gaze, nici gheaţă.) Deci este foarte puţin probabil ca Oumuamua să fi provenit în mod natural dintr-un Nor al lui Oort.

Pe scurt, dacă Oumuamua ar fi fost un obiect format în mod natural, acesta ar fi trebuit să fie generat de formarea planetelor. De asemenea, ar fi trebuit să aparţină unei clase necunoscute de obiecte generate de formarea planetelor a căror dimensiune, formă şi compoziţie le face să devieze de la o

traiectorie modelată doar de gravitaţia Soarelui, fără niciun fel de emanaţii de gaze vizibile.

La momentul scrierii acestei cărţi nu cunoaştem alt obiect care să corespundă celui de-al doilea set de criterii. Însă cunoaştem cel puţin unul care corespunde primului.

•••

Nu la mult timp după descoperirea lui Oumuamua am întâlnit al doilea obiect interstelar. În momentul în care citiţi această carte s-ar putea să fi descoperit şi altele.

Al doilea obiect interstelar se numeşte 2I/Borisov, după Ghenadi Borisov, un inginer şi astronom amator rus care a identificat pe 30 august 2019, cu ajutorul unui telescop de şaizeci şi cinci de centimetri, construit de el, un obiect pe cerul de deasupra peninsulei Crimeea. Şi tot Borisov a fost primul care a constatat că traiectoria sa era exagerată. La fel ca şi în cazul Oumuamua, 2I/Borisov se mişca mult prea repede pentru a fi atras de gravitaţia Soarelui. Şi tot la fel ca Oumuamua, 2I/Borisov a venit din afara sistemului nostru solar şi se deplasa pe o direcţie care l-ar fi dus prin sistemul nostru solar şi mai departe de acesta.

Dar altfel, 2I/Borisov nu era cu nimic ieşit din comun. Era fără îndoială o cometă interstelară, şi din acest motiv era diferit; orice obiect interstelar este o raritate. Dar caracterul său distinctiv ia sfârşit aici. Coama sa şi emanaţia de gaze semănau cu cele ale cometelor din sistemul nostru solar din toate punctele de vedere; 2I/Borisov avea o suprafaţă îngheţată şi cu siguranţă nu era neobişnuit.

Ideea este că descoperirea lui 2I/Borisov nu ne-a ajutat să avansăm către o explicaţie naturalistă cu privire la neobişnuitul Oumuamua. A avut un efect invers şi a subliniat cât de special este Oumuamua cu adevărat. Când mi-am întâlnit soţia şi mi-am dat seama cât de specială era, m-am căsătorit cu ea. Chiar dacă am întâlnit mulţi oameni de atunci, acest lucru nu i-a răpit din calităţile unice, doar m-au făcut să mă minunez de cât de formidabilă este.

Atât Oumuamua, cât şi 2I/Borisov erau nişte intruşi în sistemul nostru solar, dar pe lângă asta, erau diferiţi unul faţă de celălalt, deoarece pe lista de calităţi obişnuite ale lui 2I/Borisov se regăsea originea banală în spaţiu şi timp.

La Oumuamua însă, nu se regăsea. Într-adevăr, şi originea sa în viteză-poziţie în spaţiu face parte dintre ciudăţeniile amintite şi este o altă dovadă care îi susţine originea neobişnuită. Mai este un indiciu care ne poate ajuta să dezlegăm misterul a ceea ce era Oumuamua şi a ceea ce făcea neîngrădit în spaţiul interstelar.

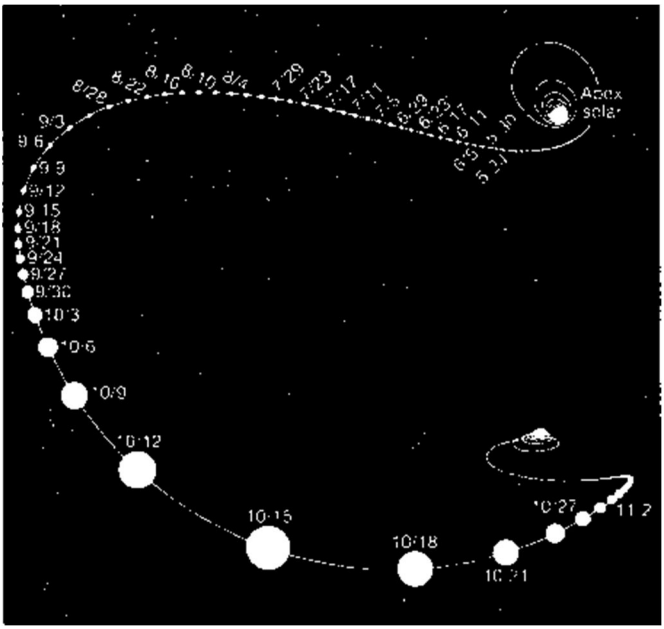
Pentru a pricepe asta trebuie să înţelegem spaţiul de viteză şi poziţie. Ar putea fi un pic dificil să conştientizaţi asta, dar ne putem rezuma la faptul că poziţia unui obiect în spaţiu este definită nu numai de locul unde se află faţă de orice din jurul său, dar şi de viteza sa faţă de cea a oricărui lucru din jur. Imaginaţi-vă o autostradă cu mai multe benzi, foarte aglomerată şi foarte largă, cu mii de maşini. Toate călătoresc uşor diferit; unele maşini vin, altele se întorc, unele circulă sub limita de viteză, iar altele cu mult peste limită.

Dacă faceţi o medie a mişcărilor acestor maşini, veţi constata că sunt puţine care se mişcă faţă de celelalte „în repaus". Aceste maşini nu ar putea să dea înainte sau înapoi faţă de întreaga bandă, în timpul acestei mişcări, acele maşini ar rămâne relativ nemişcate.

Acelaşi lucru se aplică şi stelelor. Toate stelele din vecinătatea Soarelui se deplasează în raport una faţă de cealaltă. Media mişcărilor se numeşte standard local de repaus. În timpul mişcării acestor stele, un obiect în standardul local de repaus sau LSR este nemişcat. Şi este o întâmplare relativ rară.

Oumuamua ocupa LSR-ul.

Sau cel puţin făcea acest lucru înainte de a accelera. La momentul în care a ajuns la Soarele nostru, a trecut de la repaus la o mişcare aproximativ medie cu cea a stelelor din vecinătate şi a noastră inclusiv, până la a se îndepărta faţă de noi. Mulţumită impulsului primit de gravitaţia Soarelui, a fost trimis afară din LSR, ca şi cum una dintre acele maşini „nemişcate" de pe autostrada cu mai multe benzi ar fi fost lovită violent. În consecinţă, Oumuamua a fost rupt de LSR şi trimis pe o direcţie ca şi cum ar fi fost lovit de o rachetă de tenis, îndepărtându-se cu repeziciune din sistemul nostru solar.



Direcţia lui Oumuamua pe cer, aşa cum s-a văzut de pe Pământ, cu etapele avansării obiectului, etichetate după dată. Dimensiunea relativă a fiecărui cerc reprezintă schematic schimbările de distanţă ale lui Oumuamua de-a lungul traiectoriei sale aparente. Este reprezentată şi direcţia de deplasare a Soarelui în standardul local de repaus sau LSR (direcţia din stânga locului etichetat „Apex solar"). Faptul că obiectul porneşte din acea direcţie şi se apropie de noi presupune că s-a aflat iniţial în LSR. între 2 septembrie şi 22 octombrie 2017, traiectoria lui Oumuamua s-a mutat de la standardul local de repaus la sud de planul ecliptic la sistemului solar (marcat cu o linie subţire). Imagine furnizată de Mapping Specialists, Ltd., adaptată de la Tom Ruen (CC BY 4.0)

Poziţia lui Oumuamua în LSR era ciudată. Aveţi în vedere faptul că numai una din cinci sute de stele sunt la fel de nemişcate în cadrul LSR cum era Oumuamua înainte de a i se fi dat impulsul. De exemplu, Soarele nostru se deplasează la aproximativ 70 000 de kilometri pe oră în acest cadru, de aproximativ zece ori mai rapid decât se deplasa Oumuamua înainte de a fi îndepărtat din LSR.

Ce explică prezenţa unui obiect în LSR? Ce ar fi trebuit să se întâmple pentru a plasa un obiect la o viteză atât de diferită în vecinătatea noastră?

Ca în cazul tuturor particularităţilor lui Oumuamua, presupunerile noastre ţin de ipotezele pe care le facem cu privire la originile sale.

Să începem cu o ipoteză care va fi mai mult pe placul cercetătorilor decât cea care îmi aparţine referitor la vela solară: dacă presupunem că Oumuamua era o rocă uscată, atunci probabil că steaua-mamă de unde a fost ejectată era una dintre acele una la cinci sute de stele din cadrul LSR.

Poate explica acest lucru faptul că şi Oumuamua era în LSR? Probabil că da, în cazul în care plecarea din sistemul său de origine a fost extrem de blândă. Este nevoie numai de un simţ al realităţii pentru a înţelege de ce: un obiect care este ejectat violent dintr-un sistem solar aflat în LSR va fi împins într-un cadru de referinţă diferit. Numai un obiect care a fost ejectat cu blândeţe dintr-un sistem părinte va păstra acelaşi cadru.

Deoarece riscăm să complicăm prea mult analogia, să ne întoarcem la autostrada cu mai multe benzi. Imaginaţi-vă o motocicletă care este printre puţinele vehicule care se află „în repaus" în comparaţie cu maşinile şi camioanele care călătoresc în jur. Acum imaginaţi-vă o motocicletă cu ataş prins într-un singur bolţ bine uns. Imediat după ce acel bolţ este îndepărtat uşor, ataşul ar rămâne în repaus la fel ca motocicleta. Iar dacă (aici urmează să complicăm analogia) autostrada nu ar dispune de o forţă de frecare, atât motocicleta, cât şi ataşul şi-ar păstra viteza şi poziţia faţă de tot traficul din jurul lor. În mod similar, dacă o planetă din LSR detaşează uşor o bucată din aceasta, atunci bucata detaşată ar păstra poziţia planetei din LSR.

Este posibil ca o plecare uşoară de la o stea-mamă să aibă loc, însă statistic vorbind este puţin probabil. Bucăţile nu se detaşează cu uşurinţă din planete, iar evenimentele care ar putea detaşa o bucată dintr-o planetă cu greu pot fi descrise drept blânde. Lovitura unei planete din LSR care a dus la ejectarea unui obiect rămas în LSR trebuie să fie similară cu o lovitură extrem de atentă şi cu o precizie planetară a unei pene. Probabilitatea ca acest lucru să se întâmple este de 0,2%.

Mai este posibil şi ca Oumuamua să fi provenit din cele 99,8% de stele care sunt într-o mişcare semnificativă în raport cu LSR. Dar pentru ca acest lucru să se întâmple, manevra de ejectare ar trebui să fie o lovitură în plină forţă, nu un brânci, iar pe deasupra trebuie să fie şi precisă. Lovitura care ar putea ejecta dintr-un sistem solar un obiect care nu se află în LSR într-un mod care duce obiectul în LSR reprezintă o izbitură egală şi opusă vitezei stelei-mamă. Izbitura trebuie să anuleze perfect mişcarea sistemului părinte pentru a produce un obiect în LSR. Imaginaţi-vă ce provocare ar fi pentru un chirurg să realizeze o operaţie delicată cu un instrument brut cum ar fi ciocanul.

Fie că este vorba despre un ciocan sau despre o pană, posibilitatea ca Oumuamua să fie un obiect natural ejectat dintr-un sistem părinte la LSR este foarte puţin probabilă.

Nu ne mai rămâne decât a treia ipoteză, cea mai puţin plauzibilă.

Un obiect expulzat dintr-un sistem părinte la LSR ar putea rămâne în LSR dacă expulzarea s-a produs la periferia extremă a sistemului de origine. Desigur, acolo atracţia gravitaţională a stelei-mamă este mult mai slabă. Într-adevăr, la fel ca toate cochiliile din exterior, Norul lui Oort este locul de unde vin cei mai mulţi asteroizi interstelari şi cele mai multe comete care scapă din sistemele părinte. Cu cât este mai slabă forţa gravitaţională asupra stelei-mamă, indiferent dacă se află la LSR sau nu, cu atât este mai uşor ca resturile din cochilia sa exterioară să fie îndepărtate de o altă forţă gravitaţională.

Norul lui Oort de un trilion de comete din sistemul nostru solar este un exemplu în acest sens. Învelişul său îngheţat este la 100 000 de unităţi astronomice (UA) depărtare de Soare (fiecare UA reprezintă distanţa dintre Soare şi Pământ, aproximativ 150 de milioane de kilometri). Forţa gravitaţională a Soarelui asupra materiei care înconjoară Norul lui Oort este mai slabă decât cea asupra Pământului, să zicem. Tocmai acolo, un ghiont uşor de mai puţin de 3 500 de kilometri pe oră care ar putea proveni, de exemplu, de la intersectarea cu o stea trecătoare ar putea fi suficient pentru a trimite un obiect pe calea sa interstelară.

Prin urmare, dacă Oumuamua ar proveni dintr-o cochilie de gheaţă de pe lângă un sistem gazdă din LRS asemenea Norului lui Oort, acest lucru ar putea explica viteza obiectului. Dar asta nu explică faptul că Oumuamua era o rocă uscată.

Indiferent cum privim lucrurile, originea dinamică a lui Oumuamua, aşa cum a fost la LSR înainte de a intra în sistemul nostru solar, este extrem de rară, şi devine şi mai rară dacă avem în vedere necesitatea ca un obiect natural suficient de uscat să nu producă emanaţii gazoase când deviază de la o traiectorie care poate fi explicată doar de forţa gravitaţională a Soarelui.

Ceea ce ne duce la cea de-a doua ipoteză conform căreia Oumuamua era un obiect fabricat şi special conceput ca să fie la standardul local de repaus. Probabil acum mult, mult timp, Oumuamua nu era un deşeu, ci un echipament tehnologic extraterestru construit pentru un anumit scop.

Probabil avea mai mult scopul unei balize.

•••

Ne gândim la modul în care s-a năpustit Oumuamua peste noi, dar ar fi mult mai util dacă am privi lucrurile din perspectiva lui Oumuamua. Din perspectiva obiectului, acesta era în repaus şi sistemul nostru solar s-a izbit

de el. Sau, într-un mod care este valabil atât din punct de vedere metaforic sau chiar literal, este probabil ca Oumuamua să fi fost un soi de baliză care stătea în întinderea universului până când sistemul nostru solar a intrat în el la mare viteză.

Ipoteza că nişte extratereştri inteligenţi au conceput Oumuamua pentru a fi în LSR ne facem să ne punem o întrebare evidentă: De ce s-ar deranja să facă asta? Nu-mi pot imagina niciun motiv. Probabil au vrut să stabilească un echivalent interstelar al indicatorului de oprire. Sau poate a fost mai degrabă un far, ori, şi mai simplu, un indicator sau un marcaj de navigaţie. O reţea vastă de asemenea balize ar putea acţiona ca o reţea de comunicare. Ar putea fi folosită drept fir de declanşare, un sistem de alertă care se declanşează când unul dintre ele iese din LSR. Tot la fel este probabil ca cei care l-au creat să fi vrut să deghizeze originile spaţiale atât ale lui, cât şi ale lor. Un obiect pus în LSR îl camuflează eficient pe cel care l-a pus acolo. De ce? Deoarece, dacă ştim puţină matematică şi puţin din traiectoria obiectului, este suficient să găsim originile acestuia până la platforma de lansare. Comandamentul Nord-American de Apărare Aerospaţială (NORAD) are ca scop principal să facă acest lucru. Aveţi în vedere şi că orice altă formă de inteligenţă care ştie ceva matematică şi cunoaşte bine universul ar putea găsi originile de pe Pământ ale oricărei nave interstelare pe care am lansat-o de pe suprafaţa planetei noastre.

Faptul că aceste analogii îşi au originile pe Pământ nu este doar o oglindire a ce consideră autorul acestei cărţi. Faptul că civilizaţia umană a construit balize, reţele de sateliţi de comunicaţii şi sisteme de avertizare rapidă ne arată că este probabil ca şi celelalte civilizaţii să fi făcut acelaşi lucru. Mai mult, aceste presupuneri sunt plauzibile pentru simplul motiv că oricare dintre acestea este un rezultat pe care omenirea l-ar putea proiecta, construi şi lansa dacă ar dori. Motivele noastre nu trebuie să fie nici măcar interstelare. De exemplu, dacă India ar fi trimis un asemenea obiect în spaţiu, cercetătorii de la NASA s-ar fi întrebat de ce, însă nu s-ar fi întrebat cum de un obiect mic, plat, luminos cu inscripţia distinctivă a Organizaţiei Indiene de Cercetare Spaţială a ajuns la LSR.

Ceea ce ne împiedică să acceptăm că răspunsul se aplică şi în cazul lui Oumuamua este faptul că ni se cere că acceptăm că Oumuamua are o origine extraterestră. Piedica o reprezintă faptul că trebuie să luăm în serios posibilitatea că nu suntem singura formă de inteligenţă din univers.

•••

O baliză. O reţea de capsule pentru comunicare. Indicatoare care ar ajuta civilizaţia extraterestră să navigheze. Baze de lansare pentru sonde. Tehnologie defectă a altor organisme inteligente vii sau deşeuri tehnologice.

Toate acestea sunt explicaţii plauzibile pentru misterul Oumuamua. Plauzibile pentru că aici pe Pământ omenirea deja se ocupă cu aceste lucruri, chiar dacă o face la o scară mai limitată, şi cu siguranţă am avea în vedere să le multiplicăm dacă şi când vom explora spaţiul interstelar.

Ceea ce face aceste ipoteze improbabile este incapacitatea de a creiona o inteligenţă extraterestră. Excludeţi o asemenea posibilitate şi contestaţi orice astfel de explicaţii. Refuzaţi să vă uitaţi prin telescop şi puţin contează dacă vă arată sau nu dovezi convingătoare. Probabil îşi are originea în povestirile ştiinţifico-fantastice sau este doar un defect în abilitatea unor persoane de a lărgi orizontul ipotezelor pe care le vor avea, însă a avea o explicaţie despre existenţa unei civilizaţii extraterestre este ca şi cum i-aţi pune pe cei sceptici să privească prin telescopul prin care refuză să se uite.

Cel mai bun antidot pe care l-am găsit pentru asemenea neplăceri este să gândiţi singur. Dacă vreuna dintre aceste idei vi se pare febrilă, exagerată sau ruptă de realitate, reamintiţi-vă dovezile pe care le aveţi.

Datele pe care le avem la dispoziţie ne arată că Oumuamua era un disc subţire şi luminos în LSR, iar, când a intrat în contact cu atracţia gravitaţională a Soarelui, s-a abătut de la traiectoria care poate fi explicată de gravitaţie, fără a prezenta niciun fel de emanaţii gazoase sau o dezintegrare vizibile.

Aceste date pot fi rezumate după cum urmează: Oumuamua se deosebea cu mult din punct de vedere statistic.

Dacă folosim nişte probabilităţi foarte conservatoare bazate doar pe forma, rotaţia şi luminozitatea sa, Oumuamua ar fi un obiect dintr-un milion în cazul în care ar fi o cometă. Încercaţi să explicaţi compoziţia sa, astfel încât să putem explica abaterea sa dincolo de gravitaţia solară cu nişte emanaţii de gaze care au fost invizibile pentru instrumentele noastre şi faptul că obiectul este de o raritate de unu la un milion.

Dar asta nu este tot. Amintiţi-vă că viteza de rotaţie a lui Oumuamua nu s-a schimbat, ceea ce este, de asemenea, foarte ciudat. Poate doar una dintr-o mie de comete păstrează o rotire constantă în ciuda pierderii semnificative a masei cauzate de acceleraţia gravitaţională pe care a avut-o Oumuamua. Dacă Oumuamua a fost una dintre acele comete rare, în acest moment putem vorbi despre un obiect unu la un miliard.

Apoi este şi lipsa unor impulsuri. Dacă emanaţiile gazoase şi dezintegrarea naturale au fost cumva invizibile pentru instrumentele noastre, acele presupuse jeturi care au propulsat Oumuamua ar fi trebuit să se anuleze perfect unul pe altul. Dacă asta este încă o coincidenţă una la o mie, atunci acum Oumuamua este unu la un trilion.

Şi tot mai trebuie să avem în vedere originea lui Oumuamua în spaţiul viteză-poziţie, adică locaţia sa în LSR. Să ne reamintim că formarea unei stele în LSR are o probabilitate de 0,2%, aşa că şansele ca Oumuamua să fie doar o cometă aleatorie se apropie de una la un cvadrilion.

Aceste cifre sunt suspecte şi necesită o explicaţie alternativă. Ele m-au determinat să-i sugerez lui Shmuel Bialy că trebuie să căutăm altă ipoteză mai plauzibilă. Şi am putea să enunţăm încă una care ar avea legătură cu acceleraţia gravitaţională: impulsul ciudat de constant al lui Oumuamua a fost furnizat de lumina solară.

Asta se potriveşte total cu un indiciu important. Observatorii au remarcat că forţa excesivă care a acţionat asupra lui Oumuamua, şi l-a determinat să se abată, aparent s-a diminuat invers proporţional cu pătratul distanţei sale faţă de Soare, aşa cum ar fi de aşteptat dacă acea forţă ar veni de la reflexia luminii solare.

Însă presiunea radiaţiei solare nu este foarte puternică. Dacă ar fi fost într-adevăr responsabilă, atunci noi am calculat că Oumuamua trebuia să aibă o grosime mai mică de un milimetru şi cel puţin douăzeci de metri lăţime. (Diametrul depinde de reflexia obiectului care nu este cunoscută. Dacă Oumuamua ar fi fost un reflector perfect şi ar fi respins 100% din lumina solară care îl atingea, atunci ar fi avut douăzeci de metri diametru la această grosime foarte mică.)

Din ce ştim noi nu există nimic *în natură* cu astfel de dimensiuni şi niciun proces natural cunoscut care ar putea produce aşa ceva. Desigur, omenirea a construit ceva care se potriveşte acestui profil, ba chiar l-a lansat în spaţiu: o velă solară.

Am ajuns la această ipoteză cu ajutorul logicii şi al dovezilor, limitându-ne la fapte, dacă este să o spunem pe scurt. Însă dacă luăm această ipoteză în serios ni se va permite să reflectăm asupra unor întrebări noi şi incredibile despre modul în care a apărut Oumuamua în universul nostru şi locul de unde a venit. După cum vom explica ulterior, chiar ne oferă oportunitatea de a ne întreba dacă îi vom întâlni într-o zi pe creatorii acestui vizitator misterios.

Ipoteza unei vele solare ne oferă o mulţime de posibilităţi, spre deosebire de ipoteza cometei care le anulează pe toate. Faptul că acest acord general în domeniul ştiinţific favorizează puternic o abordare mult mai conservatoare şi mai restrictivă a acestor două posibilităţi spune mai puţine lucruri despre dovezi decât despre specialiştii practicanţi şi cultura ştiinţei în sine.

7. Învăţând de la copii

Oare suntem singuri? Această întrebare se numără printre cele mai fundamentale întrebări cu care se confruntă omenirea. În momentul în care vom avea un răspuns concludent, fie el negativ sau pozitiv, vom ajunge la nişte realizări extraordinare. Într-adevăr, există câteva aspecte cosmologice la fel de importante.

De fapt, ne-am putea dezvolta dacă am afla ce a fost înaintea Big Bang, unde se duce materia aspirată într-o gaură neagră sau ce aspecte teoretice există până la urmă între relativitate şi fizica cuantică. Mi-am dedicat o bună perioadă din viaţă şi carieră pentru a răspunde primelor două întrebări. Dar oare răspunsurile de la aceste întrebări ne schimbă percepţia despre noi înşine într-atât încât să aflăm că suntem doar una dintre multe altele specii inteligente, sau că, din contră, suntem singura formă de inteligenţă conştientă din univers? Mă îndoiesc.

Din moment ce eu consider această problemă atât de importantă, mi se pare uimitor cât de rar şi cât de necuviincios încearcă oamenii de ştiinţă să găsească un răspuns. Asta nu a început în momentul în care au opus rezistenţă teoriei mele privind vela solară. Nicidecum. Reţinerea cercetătorilor de a citi mesajele pe care ni le transmitea Oumuamua exista cu mult înainte de a trece prin sistemul nostru solar.

•••

Căutarea vieţii extraterestre nu a fost niciodată mai mult de un lucru ciudat pentru marea majoritate a oamenilor de ştiinţă; pentru aceştia este în cel mai bun caz un subiect puţin interesant sau, în cel mai rău caz, ceva derizoriu. Puţini dintre oamenii de ştiinţă reputaţi şi-au dedicat cariera acestui domeniu şi chiar la apogeul prestigiului academic din anii 1970, numai aproximativ o sută de cercetători erau afiliaţi public la Institutul SETI. Se ştie că domeniile matematice mai exacte atrag comunităţi mai mari de fizicieni.

SETI a fost privit cu mai multă atenţie în anul 1959 când doi fizicieni de la Universitatea Cornell, Giuseppe Cocconi şi Philip Morrison, au scris un articol intitulat „În căutarea comunicării interstelare". Articolul publicat în prestigioasa revistă ştiinţifică *Nature* formula două ipoteze simple. În primul rând, că au existat civilizaţii extraterestre la fel de avansate ca a noastră, ori chiar mai avansate. În al doilea rând, asemenea civilizaţii extraterestre şi-ar transmite cel mai probabil mesajele interstelare

„Existăm”, la o frecvenţă radio de 1,42 GHZ, „standardul unic de frecvenţă care trebuie cunoscut de fiecare observator din univers”. Cocconi şi Morrison s-au referit la lungimea de undă de douăzeci şi unu de centimetri a hidrogenului neutru, exact aceeaşi emisie radio care avea să ne preocupe pe mine şi pe alţi astrofizicieni aproape cu jumătate de secol mai târziu, în încercările noastre de a ajunge la zorii cosmici.

Acest articol a devenit instantaneu o senzaţie, anunţând naşterea SETI şi stabilind un raţionament pentru toate căutările ulterioare ale inteligenţei extraterestre prin afirmaţia sa finală: „Probabilitatea succesului este greu de preconizat, dar dacă nu vom căuta, nu vor exista niciun fel de şanse de succes”. Pe mine mă duce la un gând mai vechi atribuit lui Heraclit din Efes: „Dacă nu te aştepţi la neaşteptat, nu îl vei găsi”.

Lucrarea lui Cocconi şi Morrison îmi aminteşte şi de vechea expresie despre oamenii care nu au decât ciocane şi nu văd altceva în afară de cuie pe unde merg. Cei doi au scris lucrarea la un sfert de secol după naşterea radioastronomiei, un aspect care cu siguranţă i-a ajutat în eforturile lor de „a se aştepta la neaşteptat”. Ca şi în ipoteza mea şi a lui Bialy cu vela solară, oamenii par să vadă mai clar semnele unei tehnologii aparţinând civilizaţiilor extraterestre după ce tehnologia a fost dezvoltată şi de noi.

Lucrarea lui Cocconi şi Morrison l-a inspirat imediat pe astrofizicianul Frank Drake. În anul 1960 a decis să desfăşoare tocmai o astfel de căutare pe care au încurajat-o Cocconi şi Morrison. Drake a căutat două stele apropiate, similare Soarelui, Tau Ceti şi Epsilon Eridani, de la Observatorul Naţional de Radioastronomie Green Bank din Virgina de Vest. Drake a folosit fără succes radiotelescopul pentru a căuta un semnal perceptibil care să indice o inteligenţă timp de o sută cincizeci de ore pe parcursul a patru luni. Fantezia cu care Drake şi-a asumat căutarea vieţii extraterestre se regăseşte în numele pe care l-a dat proiectului: Ozma. Acesta provine de la un personaj inventat de romancierul L. Frank Baum în *Vrăjitorul din Oz.*

Proiectul lui Drake a devenit de interes pentru publicul larg şi pentru presă. Faptul că după aproape două sute de ore de observare nu a descoperit nimic cu greu se poate spune că a diminuat entuziasmul publicului. Iar la apogeul acestui demers, în luna noiembrie 1961, Drake a participat la o conferinţă informală a Academiei Naţionale de Ştiinţe din cadrul Observatorului Naţional de Radioastronomie. Tocmai acolo a enunţat ecuaţia lui Drake pe care a utilizat-o pentru a estima numărul activ de civilizaţii extraterestre care au capacitatea de a comunica.

Această ecuaţie a ajuns pe tricouri, inspiră romane pentru adolescenţi, a fost folosită în mod greşit de Gene Roddenberry pentru a conferi serialului *Star Trek* puţină credibilitate, a fost criticată şi ajustată de cercetători încă

de pe atunci. În această vâlvă se pierde înţelegerea faptului că ecuaţia nu este nimic mai mult decât ceva euristic, un instrument care ne ajută să avem în vedere diferiţi termeni care influenţează succesul SETI. Expresia sa standard este:

$$N = R^* \times fp \times ne \times fl \times fi \times fc \times L,$$

unde termenii sunt definiţi în felul următor:

N: număr de specii din galaxia noastră care dispun de tehnologia necesară comunicării interstelare;
R*: rată de formare a stelelor în galaxia noastră;
fp: fracţiune a stelelor cu sisteme planetare;
ne: număr de planete din fiecare sistem cu condiţii de mediu care permit existenţa vieţii;
fl: fracţiune a planetelor unde există viaţă;
fi: fracţiune a planetelor unde există viaţă inteligentă;
fc: fracţiune a formelor de viaţă inteligentă care dezvoltă o tehnologie suficient de sofisticată pentru a lua parte la comunicare interstelară;
L: durată de timp de care are nevoie această viaţă inteligentă pentru a produce semnale detectabile.

Spre deosebire de cele mai multe ecuaţii, cea a lui Drake nu a fost formulată pentru a fi rezolvată. Mai degrabă a fost formulată pentru a ne ajuta să ne gândim câte civilizaţii inteligente ar putea exista în universul nostru. Este puţin probabil să putem da o valoare tuturor variabilelor, ca să nu mai vorbim de obţinerea unui rezultat.

În timp ce Drake nu era singurul care formula un cadru de căutare a inteligenţei extraterestru, Ronald Bracewell a venit în anul 1960 cu o nouă abordare, iar în 1961 Sebastian von Hoerner, un astrofizician german, a venit cu încă una, care de atunci s-a dovedit a fi – de bine, de rău – fundamentul ştiinţific al SETI.

Spun „de rău" deoarece ecuaţia lui Drake se concentra exclusiv pe transmiterea semnalelor de comunicare; el şi-a limitat aspiraţiile la a-l găsi pe *N* pentru a afla numărul de comunicaţii interstelare care ar putea stabili existenţa inteligenţei extraterestre. Acest interes exclusiv pentru comunicare ne duce către cea de-a doua limitare a ecuaţiei, exprimată de variabila *L,* care reprezintă durata de timp necesară ca specii inteligente să producă asemenea semnale. De exemplu, aveţi în vedere că specia noastră a

produs poluanţi care pot fi detectaţi de telescoape de secole bune, însă semnalele radio nu pot fi detectate decât de câteva decenii.

Atât *N,* cât şi *L* indică o problemă mai profundă a ecuaţiei lui Drake. Pe lângă toată valoarea sa ca prim efort sistematic, menit să identifice variabilele care pot estima şi, prin urmare, ne pot ghida eforturile de a găsi o formă de inteligenţă extraterestră, formalismul ecuaţiei a fost probabil cea mai mare limitare a sa. Când cercetătorii de la SETI nu au reuşit să aducă niciun fel de dovezi pentru semnalele radio străine, criticii au fost bucuroşi să numească ecuaţia şi pe toţi cei de la SETI o fantezie.

Aflată în căutarea lui *N,* NASA a primit de la guvernul american 12,25 de milioane de dolari pentru a porni un program în radioastronomie. În anul imediat următor, finanţarea SETI s-a încheiat. La momentul în care Congresul îşi retrăgea sprijinul şi finanţarea, iar Richard Brian, un senator din Nevada, declara: „S-au cheltuit milioane şi nu am dat peste niciun omuleţ mic şi verde". Există câteva declaraţii succinte care denotă ignoranţa şi ipotezele eronate care au împiedicat omenirea să găsească răspunsul la întrebarea „Suntem singuri?" Suma cheltuită era insignifiantă, iar standardele erau absurd de ridicate.

Cu toate acestea, primii cercetători de la SETI nu prea au ajutat la îndeplinirea cauzei. Singurul lor accent pus pe căutarea semnalelor radio şi optice a dat naştere unor presupuneri ştiinţifice şi populare inutile despre modul în care ar trebui să arate o asemenea explorare şi ce tipuri de proiecte merită finanţate. Numai în ultimul timp am asistat la un interes tot mai mare în căutarea biosemnăturilor în atmosferă, cum ar fi metan sau oxigen în atmosferă sau înmulţirea algelor din oceane îndepărtate, precum şi a tehnosemnăturilor cum ar fi poluanţii industriali din atmosferele planetare şi localizarea insulelor de căldură care ne sugerează aşezări umane.

În căutarea inteligenţei extraterestre, membrii acestei nişe încă îşi caută sprijinul, iar marea comunitate ştiinţifică, al cărei rol este în mare parte să îi sprijine, nu o face. Ştiinţa umană încă trebuie să se maturizeze, atât în ce priveşte SETI, cât şi cu privire la graniţele imaginaţiei noastre limitate.

•••

În biroul meu am un fişet pe care scrie pur şi simplu „idei". Nu are decât un singur biblioraft unde îmi ţin dosarele. Câteodată biblioraftul este foarte plin, câteodată mai puţin. În fiecare dosar sunt câteva foi de hârtie cu ecuaţii. În acestea se regăsesc probleme şi întrebări care mă frământă şi la care trebuie găsit un răspuns. Adesea îmi ţin companie în timpul plimbărilor în curtea casei şi în pădurile din apropiere. Cu riscul de a suna a clişeu, le iau cu mine şi la duş. (Soţia mi-a cumpărat recent un marker impermeabil şi o

tablă albă după ce o echipă de filmare olandeză a vizitat duşul nostru în încercarea de a-mi vedea sursele de inspiraţie.) Am adunat aceste idei cu mult înainte de a avea un sertar unde să le ţin, nemaivorbind de studenţii, doctoranzii şi cercetătorii postdoctorali cu care să le împărtăşesc. Acestea au fost seminţele din care au încolţit propriile mele cercetări. Până în prezent aceste seminţe au dat peste şapte sute de lucrări publicate, şase cărţi (inclusiv cea pe care o ţineţi în mână) şi un număr în creştere de predicţii confirmate cu privire la naşterea stelelor, detectarea planetelor din afara sistemului nostru solar şi proprietăţile găurilor negre. Asta nu înseamnă că sunt ghidat doar de imaginaţie. Toate studiile mele au la bază un principiu călăuzitor de neclintit: contactul cu datele. Evit speculaţiile matematice sau ceea ce eu numesc „teoria bulelor". Astrofizica se poate pierde mult prea des printre teoriile care plutesc libere fără niciun fel de dovadă şi care fură finanţarea şi talentele. Asta este o realitate, şi suntem foarte departe de a-i epuiza toate anomaliile sale.

Aşa cum am spus unor generaţii întregi de studenţi, este periculos să lucrezi cu nişte lucruri abstracte care nu-ţi dau certitudinea că vei obţine date. Sunt convins că mulţi dintre ei au considerat că este la fel de periculos să aibă o direcţie de cercetare sau să tragă concluzii care sunt opuse curentului ştiinţific tradiţional. Consider că o astfel de reacţie nu este numai ruşinoasă, dar şi periculoasă.

În timp ce în ultimele câteva decenii au încurajat căutarea vieţii extraterestre, sunt uimit în repetate rânduri de ceea ce a rămas neîncercat, neteoretizat, subfinanţat şi ceea ce nu se menţionează deloc în rândul unei comunităţi mari de cercetători. Când le descriu colegilor reacţiile studenţilor mei la cele două exerciţii de gândire de la începutul acestei cărţi, mulţi chicotesc. Consider că ar trebui să acordăm mai multă atenţie şi să ne punem întrebarea dacă nu există cumva un adevăr profesional care se ascunde în răspunsurile studenţilor.

Spre deosebire de tendinţele de pe reţelele de socializare, progresul ştiinţific este măsurat în funcţie de cât de aproape a ajuns o idee propusă să formeze un adevăr bazat pe dovezi. Acest fapt acceptat la scară largă sugerează că fizicienii ar prefera să-şi măsoare succesul mai degrabă prin cât de bine se aliniază ideile lor cu datele, decât prin cât de populare sunt aceste idei. Dar nu asta este ce descoperim când cercetăm câmpul fizicii teoretice. Finanţarea este des influenţată de tendinţe, uneori chiar şi în ciuda unei rentabilităţi proporţionale a investiţiei.

În ciuda absenţei unor dovezi experimentale, ideile matematice cum ar fi supersimetria, dimensiunile extraspaţiale, teoria stringurilor, radiaţia lui Hawking şi multiversul sunt considerate incontestabile şi evidente de către

curentul tradiţional al fizicii teoretice. Sau dacă folosim cuvintele unui fizician remarcabil de la o conferinţă la care am participat: „Aceste idei trebuie să fie adevărate şi fără verificări experimentale care să le demonstreze, deoarece mii de fizicieni cred în ele şi este greu de imaginat că o comunitate atât de largă de cercetători talentaţi în ale matematicii ar putea da greş".

Dar să mergem dincolo de gândirea de grup şi să privim mai îndeaproape aceste idei. De exemplu, supersimetria. Această teorie care se bazează pe principiul că toate particulele au perechi nu este chiar atât de naturală pe cât au prezis că va fi unii teoreticieni de marcă. Ultimele date obţinute de la Marele Accelerator de Hadroni de la CERN nu indică nicio dovadă cu privire la dimensiunile energetice testate care ar susţine supersimetria. Alte idei speculative referitoare la natura materiei şi energiei întunecate, extradimensiunilor şi la teoria stringurilor nu au fost încă testate.

Imaginaţi-vă că există date mult mai solide care susţin că Oumuamua este o tehnologie extraterestră decât cele care sugerează că supersimetria este o teorie valabilă. Ce ar urma? Doar un pic mai puţin de cinci miliarde de dolari au fost cheltuiţi pentru a construi Marele Accelerator de Hadroni, un accelerator de particule construit în speranţa de a obţine dovezi care să confirme supersimetria, iar funcţionarea acestuia costă încă un miliard de dolari pe an. În cazul în care consensul ştiinţific va renunţa în cele din urmă la teorie, va realiza acest lucru după ce vor fi făcute investiţii foarte mari şi întregi generaţii îşi vor depune munca. Până când nu vom investi la fel de mult în căutarea inteligenţei extraterestre, declaraţiile fără fond cu privire la ce este şi ce nu este Oumuamua trebuie judecate corespunzător.

Îmi vin în minte o serie de teorii pe lângă supersimetrie şi multivers care sunt privite cu seriozitate şi li se acordă o atenţie plină de respect atât în mediul academic, cât şi în afara lui, în ciuda lipsei dovezilor pentru existenţa acestora. Asta ar trebui să ne pună pe gânduri, şi nu din cauza absenţei probelor. Ar trebui mai degrabă să ne preocupe din cauza a ceea ce dezvăluie despre demersul ştiinţific în sine.

Nu dovezile, metoda de adunare a acestora sau raţionamentul din spatele ipotezei stau în calea noastră de a-l clasifica pe Oumuamua drept un produs extraterestru. Ceea ce ne stă cu adevărat în cale este reţinerea noastră de a privi dincolo de dovezi şi de raţionamentul a ceea ce ar putea să urmeze. Câteodată problema stă în mesaj sau în cel care transmite mesajul, însă când mesajul şi mesagerul dau peste un destinatar care este reticent la a asculta, atunci apare în cale o problemă mai mare decât dovezile şi raţionamentul.

•••

Există numeroase motive pentru care căutarea vieţii extraterestre a atras mai puţină atenţie şi forţă intelectuală decât multe dintre anomaliile cu care ne confruntăm în univers. Firește, firul epic al multor lucrări ştiinţifico-fantastice nu ne-a fost de folos. Dar nu au fost de folos nici prejudecăţile astronomilor şi astrofizicienilor care împreună au avut un efect negativ asupra noilor generaţii de cercetători.

În zilele noastre un tânăr teoretician în astrofizică va obţine mai probabil o slujbă unde va reflecta despre multiversuri decât unde va căuta inteligenţa extraterestră. Este o ruşine, mai ales că tinerii cercetători dau cel mai mult frâu liber imaginaţiei în fazele timpurii ale carierei lor. În această etapă productivă se vor confrunta cu o profesie care le va ţine în frâu interesele atât în mod implicit, cât şi în mod explicit, alimentându-le teama de a rămâne în afara curentului tradiţional al ştiinţei.

Generaţia anterioară a fizicienilor teoretici a privit umil cum datele experimentale au demonstrat că teoriile lor sunt greşite. Dar noua cultură care se dezvoltă în propriul sos teoretic şi influenţează comitetele de acordare a premiilor şi agenţiile de finanţare este populată de adepţi ai unor paradigme populare care încă nu au fost demonstrate. Când cercetătorii pun şi mai mare accent pe supersimetrie în ciuda faptului că Marele Accelerator de Hadroni nu a găsit nicio dovadă a existenţei acesteia, sau când insistă că un multivers trebuie să existe în ciuda faptului că nu există niciun fel de date care să le sprijine teoria, ei irosesc timp preţios, bani şi talente. Iar noi nu avem doar fonduri limitate, ci şi timp limitat.

Ironia este că mulţi cercetători cu experienţă au înţeles asta în mod intuitiv la un moment dat. După ce tinerii îşi deschid primele conturi bancare, cad des în capcana de a-şi imagina câţi bani pot aduna acolo. Ei devin foarte entuziasmaţi când îşi imaginează anumite achiziţii şi tot ceea ce îşi doresc să aibă. Dar după ce merg la un bancomat şi află câţi bani au de fapt în conturi, castelele lor de nisip se prăbuşesc. Nu numai că fondurile nu sunt suficiente să facă tot ce visează, dar într-un final îşi dau seama în ce ritm lent se acumulează aceste fonduri. De obicei tinerii scapă de această dezamăgire după ce învaţă să-şi verifice conturile cu o anumită periodicitate şi să-şi echilibreze dorinţa de a achiziţiona pe baza datelor confirmate ferm de dovezi.

Cultura ştiinţifică îmi dă impresia unei culturi care riscă să-şi piardă baza, deoarece nu a învăţat lecţia conform căreia nu este nevoie de verificări suplimentare ale datelor observabile şi confirmate, care apără ideile considerate corecte datorită frumuseţii lor matematice. Obţinerea datelor şi compararea acestora cu ideile noastre teoretice ne permit să vedem cum funcţionează acestea în realitate şi ne arată că nu avem halucinaţii. Mai

mult, ne reconfirmă ceea ce este cel mai important pentru disciplină. Fizica nu este o activitate recreaţională menită să ne facă să ne simţim bine. Fizica este un dialog cu natura, nu un monolog. Noi ar trebui să ne punem pielea în joc şi să facem predicţii care pot fi verificate, ceea ce necesită ca oamenii de ştiinţă să îşi asume riscul de a greşi.

În era reţelelor sociale ştiinţa în general şi astrofizica în particular trebuie să-şi recapete modestia tradiţională. Nu ar trebui să fie dificil să facă asta. Adunarea datelor experimentale şi excluderea unor idei teoretice trebuie să devină mai prioritare. Ni se oferă speranţe dacă ne lăsăm conduşi de date şi ni se promit recompense mult mai palpabile şi aplicabile. Decât să ne irosim întreaga carieră luând-o pe nişte căi matematice pe care generaţiile viitoare de fizicieni le vor considera irelevante, tinerii cercetători ar trebui să se concentreze pe acea cercetare unde valoarea ideilor poate fi verificată şi fructificată pe durata vieţilor lor.

Nu există niciun alt câmp de cercetare unde calculul risc-recompensă să fie mai mare decât căutarea vieţii extraterestre. Mai mult, după doar cele unsprezece zile în care au fost adunate date de la trecerea lui Oumuamua, avem mai multe dovezi observate care ne dau de gândit decât toate bulele de gândire la modă care domină în momentul de faţă domeniul astrofizicii.

•••

Trebuie să acordăm atenţie salturilor intuitive ale copiilor, deoarece le fac mult mai uşor decât mulţi adulţi care sunt egocentrici sau au prejudecăţi intelectuale. Când fiicele mele, Lotem şi Klil, au aflat că tatăl lor lucrează la trimiterea unui *StarChip* în vecinătatea Proxima b situată în zona locuibilă a Proxima Centauri, au devenit şi mai curioase când le-am spus că planeta ar trebui să aibă o orbită sincronă: adică o parte să fie îndreptată spre stea, iar cealaltă parte spre întinderea întunecată a spaţiului. După un moment de gândire, fiica mea mai mică, Lotem, a spus că, în acest caz, ea ar avea nevoie de două case: una pe partea întunecată pentru a dormi, iar a doua pe partea unde este mereu soare pentru a putea lucra şi a-şi petrece vacanţele.

Ar fi greşit să presupunem că imaginaţia lui Lotem cu privire la afacerile imobiliare interstelare ar fi doar o fantezie. Exerciţiile de gândire care sunt în strânsă legătură cu legile fizicii stau la baza descoperirilor şi sunt nişte modalităţi de a căuta soluţii pentru multe anomalii cu care ne confruntăm aici pe Pământ şi dincolo de el. În gândirea mai puţin fixă a copiilor am putea găsi informaţii care duc ştiinţa şi omenirea înainte. Iar una dintre cele mai mari greşeli pe care le putem face este să impunem nişte prejudecăţi conservatoare pentru ideile sau instinctele altor persoane, sau să slăvim precauţia intelectuală din motive greşite.

Ştiinţa este în primul rând o experienţă a cunoaşterii care funcţionează cel mai bine când facem greşeli asemenea copiilor care descoperă lumea cu care se confruntă. Anomaliile pot fi arareori frumoase când le descoperim pentru prima dată, la fel cum sunt şi colţurile ascuţite ale mobilei. Acestea ne dau peste cap părerea despre ce credem că ştim, sunt în contradicţie cu teoriile şi credinţele pe care le considerăm implicite şi opun rezistenţă la eforturile noastre de a le alinia perfect cu presupunerile noastre. Exact atunci ştiinţa trebuie să acorde prioritate dovezilor, nu imaginaţiei, şi să urmeze aceste dovezi oriunde ar duce ele.

De exemplu, la sfârşitul secolului al XIX-lea, fizicienii au observat un lucru ciudat cu privire la „radiaţia corpului negru", lumina emisă de obiecte încinse. Spectrul radiaţiei corpului negru are un singur vârf a cărui lungime de undă depinde de temperatură: cu cât este mai fierbinte obiectul, cu atât este mai scurtă lungimea de undă la vârful emisiei corpului negru. Gândiţi-vă la stele: piticele mici şi reci sunt roşii, stelele mai calde cum ar fi Soarele nostru strălucesc în culoarea galbenă, iar cele mai mari şi fierbinţi ard în culoarea albastră. Oricât s-ar fi străduit, fizicienii nu puteau să explice sau să modeleze precis trecerile spectrale la temperaturi ridicate până în anul 1900 când Max Planck a propus ideea că obiectele absorb şi emit energie în unităţi discrete sau cuante. Această descoperire revoluţionară a pus bazele mecanicii cuantice şi erei fizicii moderne.

Chiar şi un geniu ca Albert Einstein a fost nedumerit cu privire la proprietăţile ciudate ale lumii cuantice, în special în ce priveşte fenomenul de inseparabilitate cuantică şi ideea de non-localitate cuantică, abilitatea misterioasă a două particule să interacţioneze indiferent cât de departe s-ar afla una de cealaltă. S-a luat la trântă cu această idee neobişnuită şi a numit-o în cele din urmă „o acţiune stranie de la distanţă". Experimente recente ne arată că nu a avut dreptate atunci când a ignorat acest comportament, şi, se pare, cu cât înţelegem mai multe despre non-localitate, cu atât aceasta îşi dezvăluie mai mult natura sa reală.

Ştiinţa la baza sa are nevoie de modestie, de înţelegerea faptului că imaginaţia omenirii este incapabilă să îşi facă o hartă completă a bogăţiei şi diversităţii naturii. Însă răspunsul potrivit la modestie este uimirea care vine cu o dorinţă de a ne deschide către o gamă mai largă de posibilităţi.

În ştiinţă asta înseamnă de multe ori să iei decizii dificile. Alegerile care nu au fost influenţate direct de cercetători ne canalizează eforturile către anumite posibilităţi şi le îndepărtează de altele. De exemplu, deşi numărul telescoapelor mari de pe Pământ este în continuă creştere, acestea nu sunt suficiente pentru a ţine pasul cu numărul de astronomi dornici să aibă acces la ele. Universităţile au format comisii şi agenţii de finanţare pentru a

soluţiona problema concurenţei pe timpul alocat. Acestea aprobă şi prioritizează cererile depuse, bazându-se pe expertiza comisiilor, dar inevitabil şi pe prejudecăţile şi presupunerile acestora. Mă gândesc adesea la faptul că aceste organe de luare a deciziilor trebuie să îşi dedice o parte semnificativă din resurse – să zicem, 20% – pentru proiectele cu risc ridicat. Asemenea unui portofoliu financiar, investiţiile omenirii în ştiinţă trebuie diversificate.

Cu toate acestea, mulţi cercetători se abat de la acest ideal, mai ales după ce şi-au pierdut entuziasmului tineresc şi au avansat în carieră către poziţii înalte. În loc să profite de siguranţa locului de muncă, aceştia formează un „ecou de cameră" din studenţi şi cercetători postdoctorali care îşi amplifică influenţa şi reputaţia. Onorurile ar trebui să existe doar pentru înfrumuseţarea mediului academic, însă de cele mai multe ori acestea devin o obsesie. Concursurile de popularitate nu fac parte din domeniul de cercetare ştiinţifică corectă, iar adevărul ştiinţific nu este influenţat de numărul de aprecieri de pe Twitter, ci mai degrabă de dovezi.

Una dintre cele mai dificile lecţii care pot fi împărtăşite tinerilor cercetători o reprezintă căutarea adevărului care poate să contravină căutării consensului. Într-adevăr, adevărul şi consensul nu trebuie niciodată amestecate. Din păcate, această lecţie este mai uşor de înţeles pentru un student care abia a intrat în domeniu. În fiecare an, presiunile comune ale colegilor din domeniu şi perspectivele pieţei muncii încurajează tendinţa de a juca la siguranţă.

Astrofizica nu este singurul domeniu academic predispus la aceste forţe, însă încurajarea explicită şi implicită a conservatorismului în ştiinţă este atât deprimantă, cât şi îngrijorătoare având în vedere anomaliile care încă există în univers. Deşi pentru mine nu este evident de ce afirmaţiile ieşite din comun au nevoie de dovezi ieşite din comun (o dovadă rămâne o dovadă, nu-i aşa?), consider că acest conservatorism neobişnuit ne menţine la un nivel de ignoranţă ieşit din comun. Altfel spus, domeniul nu are nevoie de detectivi mai precauţi.

Pentru ca focul acestor cercetări să ardă în continuare, cercetătorii seniori nu trebuie doar să adune în jurul lor cercetători tineri şi promiţători, ci şi să cultive un mediu în care generaţiile următoare de cercetători pot contribui la descoperiri în ciuda naturii lor imprevizibile din naştere. Cercetătorii începători sunt precum chibriturile, iar contextul în care aceştia îşi desfăşoară activitatea este asemenea unei cutii: nimeni nu are de câştigat dacă în momentul în care doriţi să aprindeţi un foc daţi cu chibriturile de partea cutiei care este uzată şi netedă. Acum mult timp am învăţat o lecţie în

profesia mea: dacă doriţi să contribuiţi la noi descoperiri trebuie să confecţionaţi noi cutii de chibrituri.

•••

De-a lungul anilor progresul ştiinţific a fost de multe ori înăbuşit deoarece gardienii care au înfiinţat şi au impus ortodoxia credeau că deţin implicit răspunsurile la toate întrebările. Dacă ar fi să afirmăm ceea ce este evident, arestul la domiciliu al lui Galileo nu a schimbat faptul că Pământul se învârte. Secole mai târziu lumea este de partea lui Galileo în mod unanim. Dar dacă aceasta este singura lecţie pe care am învăţat-o de atunci, îmi fac griji că nu vom reuşi să învăţăm din alt aspect crucial. Suntem datori atât faţă de Galileo, dar şi faţă de autorităţile care i-au închis gura. Nu este suficient să-l celebrăm pe cel dintâi. Trebuie să ştim mereu să ne păzim de cei din urmă.

Înconjuraţi de întreg confortul tehnologic al secolului XXI, cercetătorii se imaginează mai degrabă drept urmaşii lui Galileo decât ai bărbaţilor (erau doar bărbaţi) care i-au închis gura. Dar aceasta este o eroare asemănătoare cu cea a cercetătorului care adună date. Civilizaţia noastră nu este doar produsul progreselor noastre tehnologice, ci şi al acelor momente când, din cauza anumitor motive, progresul a fost amânat sau chiar oprit. Ne aflăm astăzi aici datorită bărbaţilor şi femeilor care s-au uitat prin telescop, dar şi datorită bărbaţilor şi femeilor care au refuzat să facă acest lucru.

Ştiinţa este o lucrare aflată în desfăşurare, iar căutarea cunoştinţelor ştiinţifice nu se va încheia niciodată. Dar acest progres nu urmează o cale dreaptă, iar obstacolele întâmpinate sunt câteodată create de omenirea în sine. Din păcate, modestia care ne ţine companie de-a lungul procesului nesfârşit de învăţare este câteodată, la fel ca în cazul Oumuamua, uitată din cauza aroganţei, fie din cauza autorităţilor clericale sau laice, fie câteodată din cauza oamenilor de ştiinţă care îşi declară victoria prematur şi presupun că linia de cercetare a ajuns la final. Există o mulţime de exemple pentru ultimul caz. O scurtă categorisire a unor asemenea momente ne poate ajuta să decidem dacă nu cumva închidem uşa prea repede fiecărei ipoteze însoţite de dovezi în privinţa lui Oumuamua.

Să ne amintim că, în anul 1894, renumitul fizician Albert Michelson susţinea în urma analizării marilor progrese ale fizicii de la sfârşitul secolului al XIX-lea următoarele: „Este probabil ca majoritatea principiilor fundamentale să fi fost stabilite ferm... Un fizician renumit a remarcat că adevărurile viitoare în legătură cu fizica în calitate de ştiinţă trebuie căutate în a şasea poziţie a zecimalelor". Din contră, în următoarele câteva decenii, fizicienii au fost martori la apariţia teoriilor relativităţii speciale, a relativităţii generale şi a mecanicii cuantice, teorii care au revoluţionat

înţelegerea realităţii noastre fizice şi au respins astfel previziunile lui Michelson.

Acelaşi lucru era susţinut şi de Edward Charles Pickering în august 1909 într-un articol din *Popular Science Monthly,* care făcea referire la faptul că telescoapele au ajuns la dimensiunea optimă de 130-180 de centimetri şi că nu mai are nicio logică să construim instrumente cu obiective mai mari. „Mult mai multe aspecte depind de alte condiţii, în special de climă, de tipul lucrării care trebuie efectuate şi în special de omul din spatele armei", scria Pickering. „Acest caz nu diferă cu nimic de cazul unui distrugător. Oare o navă lungă 300 de metri va scufunda întotdeauna o navă de 150 de metri? Se pare că aproape am atins limita de dimensiune a telescoapelor şi că ar trebui să sperăm pentru o nouă îmbunătăţire într-un alt domeniu".

Desigur, Pickering nu avea dreptate: telescoapele cu obiective mai mari pot captura mai mulţi fotoni, permiţând cercetătorilor să vadă mai departe în cosmos şi mai adânc în trecut. Pickering a condus Observatorul Harvard între anii 1877 şi 1919, iar cuvintele sale nefericite au cântărit mult, mai ales pe Coasta de Est. Drept urmare, Coasta de Vest a devenit centrul astronomic de observare al Statelor Unite în deceniile ce au urmat.

Totul s-a întâmplat treptat. În luna decembrie 1908, telescopul de 150 de centimetri al lui Ellery Hale de la observatorul Mount Wilson din California a realizat prima lumină. Era în limitele optime ale lui Pickering şi, chiar dacă telescopul lui Hale a devenit mai productiv, Pickering şi Coasta de Est au fost satisfăcuţi. Hale care îşi făurea propria cale nu a fost.

Hale a construit curând un telescop de 250 de centimetri; a început să funcţioneze la Mount Wilson în 1917 şi a fost utilizat de Edwin Hubble şi Milton Humason la scurt timp pentru a stabili faptul că universul se extinde, aceasta fiind una dintre cele mai semnificative descoperiri ale secolului XX. Acel telescop de 250 de centimetri a fost cel mai mare telescop optic din lume până în 1948, când a intrat în funcţiune unul de două ori mai mare la observatorul Mount Palomar din California. De-a lungul carierei sale îndelungate, telescopul de 500 de centimetri de la Palomar a ajutat astronomii de descopere radiogalaxii şi nuclee galactice active printre multe alte surse noi de lumină, cunoscute şi drept quasari, care se alimentează cu gazul care ajunge în găuri negre extrem de mari.

Şi telescoapele au continuat să devină şi mai mari până în zilele noastre. În prezent funcţionează mai multe instrumente de zece metri, iar trei telescoape extrem de mari cu obiective de 24,5 şi respectiv de 39 de metri sunt programate să intre în funcţiune în următoarele decenii (în parteneriat cu observatorul de la Harvard, care reclamă terenul pierdut de Pickering). Diametrele mari ale acestora vor oferi o rezoluţie unghiulară fără

precedent, iar suprafeţele mari de captură a imaginilor vor fi sensibile la surse slabe, nedetectate anterior. Pickering a greşit din cauza aroganţei sale. Nu a aroganţei personale, ci a celei profesionale. A crezut că ceea ce observa, înţelegea şi era de interes pentru generaţia sa de cercetători reprezenta vârful descoperirilor; el nu a înţeles că ştiinţa este un vârf fals şi că după unul urmează celălalt.

Din păcate, Pickering nu a fost singurul care a făcut această greşeală. Este adevărat, aceasta este o greşeală care se repetă de-a lungul istoriei ştiinţei. În anul 1925, Cecilia Payne (ulterior Cecilia Payne-Gapoşkina) a devenit primul student de la Harvard care a obţinut un doctorat în astronomie (cu toate că gradul i-a fost oferit oficial de Radcliffe, deoarece Harvard nu acorda doctorate femeilor la acea vreme). Ea a ajuns la concluzia că atmosfera Soarelui este formată în principal din hidrogen. Atunci când i-a fost revizuită dizertaţia, mult respectatul director la observatorului Princeton, Henry Norris Russell, a susţinut că Soarele nu poate avea o compoziţie diferită de cea a Pământului şi a încercat să o convingă pe Cecilia să nu includă această concluzie în varianta finală a lucrării sale. Când a încercat în anii care au urmat să-i demonstreze că a greşit prin analizarea unor noi date observaţionale, acesta şi-a dat seama că ea avusese dreptate.

Aroganţa a mai încetinit un domeniu la jumătatea anilor 1950, când Charlie Townes a întâmpinat o rezistenţă acerbă la încercarea de a demonstra utilizarea MASER (acronim de la „microwave amplification by stimulated emission of radiation" – „amplificare de microunde prin emisie stimulată a radiaţiei") care, odată construit, ar amplifica radiaţia la o frecvenţă specifică pentru un anumit element. Doi laureaţi ai Premiului Nobel, Isidor Isaac Rabi şi Polykarp Kusch, i-au făcut o vizită în 1954 la laboratorul său de la Universitatea Columbia şi l-au implorat să înceteze experimentele cu amoniac, subliniind că dispozitivul său nu va funcţiona niciodată. Din fericire, Townes a fost perseverent, iar maserii au devenit temporizatoarele ceasurilor atomice şi au fost folosiţi pe scară largă pentru telescoape şi aparate de comunicare spaţială ale navelor. Munca de pionierat a lui Townes împreună cu a altor cercetători asupra maserilor a dus în mod direct la dezvoltarea laserelor.

Iată un exemplu şi mai recent. Odată am întrebat un astronom cunoscut care studiază obiecte din Centura Kuiper – inelul format din corpuri de gheaţă dincolo de orbita lui Neptun – dacă nu cumva caută schimbări de luminozitate care ar putea indica o luminare artificială. A râs chiar şi de sugestie: „De ce? Nu ai ce să vezi acolo".

La început establishmentul privea obiectele din Centura Kuiper drept construcţii imaginare. Desigur, Pluto este o excepţie; cel mai mare obiect din

Centura Kuiper a fost descoperit de Clyde Tombaugh în 1930 şi este considerat o planetă. La mai mult de jumătate de secol distanţă, un astronom de la UCLA pe nume David Jewitt nu a primit nici timp alocat folosirii telescopului, nici finanţare pentru a vâna obiecte din Centura Kuiper, aşa că s-a alăturat altor proiecte în căutarea sa. În anul 1992 a descoperit împreună cu Jane Luu primul obiect din Centura Kuiper în afară de Pluto, cu ajutorul telescopului de 223 de centimetri de pe vârful Mauna Kea din Hawaii.

În fiecare caz progresul a fost împiedicat, şi asta nu din cauza lipsei de tehnologie, a absenţei unei imaginaţii curioase sau a indisponibilităţii unor date care pot fi testate. Amânarea a provenit dintr-o aroganţă de cele mai multe ori bine intenţionată din partea „gardienilor" cu influenţă. Şi oricât de mult am proslăvi acum minunile unor telescoape tot mai mari şi nenumăratele posibilităţi pe care ni le-au oferit, ce s-ar fi întâmplat dacă cercetătorii ar fi făcut aceste descoperiri cu ani sau poate chiar cu generaţii mai devreme?

•••

Mulţi cercetători se consideră o branşă aparte, membrii unei intelectualităţi de elită. Aceştia vor să se separe de gloată într-un mod conştient sau inconştient. O asemenea gândire este motivată cel puţin parţial de un argument pe care mulţi cercetători pe care îi cunosc îl oferă: oamenii de ştiinţă trebuie să comunice cu publicul numai după ce îşi dau seama de ceva cu certitudine. Se consideră că dacă profanii ar cunoaşte realitatea crudă a ştiinţei, dacă ar şti că este plină de suişuri, de coborâşuri şi de fundături, aceştia ar considera fiecare rezultat drept preliminar sau discutabil. Unii cercetători se tem că fiecare consens ştiinţific important, cum ar fi efectul oamenilor asupra climei Pământului şi consecinţele potenţial dezastruoase atât pentru noi, cât şi pentru celelalte forme de viaţă de pe planetă, ar putea fi pur şi simplu respins. Această strategie de stăvilire mai are un avantaj, permiţând oamenilor de ştiinţă să pară mai deştepţi decât sunt şi să limiteze criticile din afară.

Dar această abordare este greşită. Informarea publicului este de datoria noastră, şi nu doar pentru că atât de multe cercetări ştiinţifice sunt finanţate de contribuabili. Un public foarte informat, implicat şi entuziasmat de progresul ştiinţific este un public care nu îşi direcţionează doar sprijinul financiar, dar şi interesele şi eforturile copiilor săi, ale celor mai luminate minţi, către cele mai mari provocări. La fel va creşte credibilitatea oamenilor de ştiinţă pe termen lung dacă vom fi mai deschişi cu privire la ce ştim şi la ce nu ştim. Acest lucru mai poate naşte şi neîncredere dacă reducem publicul la tăcere. La urma urmei, anomaliile cu care ne

confruntăm nu există doar pentru cercetători. Toată omenirea se confruntă cu asta, iar atunci când există descoperiri ca în domeniul medical, acest lucru este în beneficiul tuturor. Trebuie să arătăm lumii că ne continuăm munca, mai ales când ne confruntăm cu incertitudini şi cu interpretări diferite datorate lipsei unor dovezi convingătoare; trebuie să arătăm tuturor cât de surprinşi suntem de ceea ce descoperim.

De asemenea, condamnarea interesului studenţilor pentru SETI de către mediul academic a avut un efect negativ asupra interesului acestora în sine. Conform unei estimări, doar opt cercetători la nivel mondial au finalizat doctorate pe teme care vizează SETI, în mod public. Dar asta se poate schimba. În momentul în care scriu, şapte doctoranzi sunt pe cale să-şi obţină doctoratul pe teme legate de SETI. Ce fel de întrebări şi, prin urmare, ce fel de experimente şi ce fel de date merită căutate de viitoarea generaţie de astronomi? Aici primim din nou un ghiont din partea lui Oumuamua dacă suntem atenţi. Mişcarea echipamentelor tehnologice prin spaţiul interstelar poate părea uimitoare, dar nu va fi vizibilă până când nu vom dezvolta instrumente suficient de sensibile pentru a le detecta.

Este adevărat că uneori am descris căutarea vieţii extraterestre drept o investiţie cu capital de risc al cercetării ştiinţifice, făcând o aluzie la Iuri Milner. Orice metodă de căutare este riscantă, asemenea investiţiilor. Datorită SETI avem câteva indicii cu privire la proprietăţile acului pe care îl căutăm în carul cu fân al universului, dar dacă acest ac va fi găsit, recompensa va fi imensă. Rentabilitatea unei astfel de investiţii ar eclipsa alte interese ştiinţifice mai restrânse. Doar faptul de a şti că nu suntem singuri ar transforma omenirea în sine, fără să mai punem la socoteală cunoştinţele pe care le-am putea căpăta în urma unei astfel de descoperiri.

Ştiu că poate fi greu să militărm pentru idei considerate străine de către establishment, mai ales pentru cercetătorii tineri. În acest moment din viaţa mea am o stabilitate considerabilă în carieră, precum şi o aversiune specifică – una care îşi are originile în prima mea azi din clasa întâi – faţă de a căuta aprobarea celorlalţi. Chiar şi aşa s-ar putea să nu fi fost pregătit să avansez ipoteza cum că Oumuamua este o velă solară extraterestră, ori să explorez posibilităţile pe care le oferea, să nu fi avut fragilitatea vieţii şi fereastra de timp pe care fiecare dintre noi le are pentru a promova bunul comun. Aici era de vină munca mea ştiinţifică în ce priveşte universul, deşi nu în totalitate.

8: Imensitate

Când citiţi o povestire cu Sherlock Holmes este uşor să uitaţi punctul de vedere al acestuia. Pentru el, orice caz este doar unul dintre multe altele. Şi observaţia lui Holmes „Eliminaţi toţi ceilalţi factori, iar ceea ce va rămâne trebuie să fie adevărul" face parte din obiceiurile sale, fie că o spune în *Semnul celor patru, Enigma diademei de Berile, Şcoala de stareţi* sau *Aventura soldatului alb ca varul.*

Astrofizicienii productivi se deosebesc astfel foarte puţin de detectivii ficţionali: deşi nu toate anomaliile sunt la fel, procesul dezlegării misterului rămâne acelaşi.

„Eliminaţi toţi ceilalţi factori", ordonă Holmes. Pe lângă asta există încă un factor care are legătură cu aspectul provenienţei şi scopului lui Oumuamua. Nu are de-a face cu Oumuamua în sine, ci cu universul pe care îl traversează, un univers mai vast şi mai întins decât tot ce cunoaştem. Vechimea şi imensitatea sa ar putea deţine într-adevăr cheia pentru unul dintre misterele lui Oumuamua.

•••

În timpul unei vacanţe cu familia pe muntele Cradle din zonele muntoase ale Tasmaniei centrale, vacanţă pe care am avut-o cu un deceniu înainte de descoperirea lui Oumuamua, am ieşit afară după cină şi am privit cerul. Deoarece eram atât de departe de civilizaţie, nu mai exista poluarea luminoasă obişnuită care afectează priveliştea din cele mai multe părţi ale lumii. Mă uitam la un cer nocturn senin.

Era copleşitor. Deasupra capului meu se întindeau pe cer nenumăratele stele ale galaxiei noastre, Calea Lactee. Într-o parte vedeam Marele Nor al lui Magellan şi cea mai apropiată galaxie vecină a noastră, Andromeda, un petic sclipitor şi luminos, cam de mărimea Lunii. O parte din bucuria acestei privelişti consta în aprecierea faptului că era atemporală. Nu putem decât să ghicim dacă omenirea va fi martoră la aşa ceva, dar este sigur că ceea ce vedem astăzi când privim cerul nu este mai etern decât noi înşine.

La acea vreme eram deosebit de sensibil la efemeritatea universului. Cu câţiva ani în urmă îmi venise ideea de a simula o coliziune viitoare între Calea Lactee şi Andromeda. Eram deosebit de fascinat de viitorul îndepărtat al cosmosului nostru, continuându-mi lucrările mai recente în care am demonstrat că expansiunea accelerată a universului va lăsa galaxia noastră mamă într-un spaţiu gol. Odată ce universul va îmbătrâni de zece ori mai

mult, toate galaxiile îndepărtate vor fi împinse dinspre noi cu o viteză mai mare decât cea a luminii, iar omenirea nu va putea să observe decât stelele din galaxia noastră. Cum va arăta această galaxie? Pe lângă schimbarea aspectului cerului nocturn, coliziunea gigantică cu Andromeda va trimite Soarele la marginea galaxiei comune şi va stabili o nouă vecinătate cosmică pentru următoarele zece trilioane de ani, până când lumina provenită de la toate stelele, inclusiv de la cele mai slabe şi mai abundente stele pitice, cum ar fi Proxima Centauri, va dispărea. L-am convins pe cercetătorul meu postdoctoral, T.J. Cox, să simulăm viitoarea coliziune şi în 2008 am anunţat că, în câteva miliarde de ani, cu mult înainte ca Soarele să moară, cerul nostru nocturn se va schimba şi stelele celor două galaxii surori se vor uni pentru a forma o nouă galaxie asemănătoare unei mingi de fotbal american care va fi numită Lactomeda.

A fost extraordinar ca în aceea noapte să pot recunoaşte obiectele studiului meu. Galaxiile Calea Lactee şi Andromeda s-au revărsat de-a lungul cerului într-o cascadă strălucitoare de lumină. Poate datorită faptului că le-am văzut atât de clar mi-am simţit locul printre ele mai bine ca niciodată. Aceasta este plăcerea astronomiei. Prin comparaţie, fizicienii care studiază particulele nu au privilegiul să vadă busonul Higgs cu ochiul liber.

Însă în acea dimineaţă nu îmi stătea capul decât la transformarea galaxiei noastre în viitorul îndepărtat. Aveam în minte mai ales problema modului în care a apărut prima generaţie de stele şi galaxii la începutul universului nostru, acele detalii ştiinţifice ale genezei sale.

Zorii cosmici au fost prima mea fascinaţie ca astrofizician. Interesul meu a pornit în timp ce mă aflam la Princeton şi s-a aprofundat odată cu trecerea anilor. La urma urmei, investigarea de către mine a acestui mister ar influenţa căutarea unui răspuns la alt mister şi mi-ar forma nu numai gândirea despre istoria universului nostru, dar şi despre alte civilizaţii cu care l-am putea împărţi.

Când priviţi un cer nocturn senin, aşa cum am făcut atunci în Tasmania, numeroasele stele similare Soarelui din Calea Lactee seamănă cu luminile cabinei principale dintr-o navă spaţială imensă care trece prin univers împreună cu pasagerii care stau lângă aceste lumini. Ce putem afla despre aceşti pasageri pe baza scurtei noastre interacţiuni cu Oumuamua? Dacă tot a venit vorba, ce putem învăţa despre noi înşine?

•••

Noi considerăm că naşterea universului, Big Bangul, s-a produs acum aproximativ 13,8 miliarde de ani. A fost realizată o muncă fascinantă, revelatoare, care a format teorii şi date şi a confirmat previziunile privind primele origini ale universului, inclusiv acordul comun conform căruia pe

durata primei sute de milioane de ani totul a fost învăluit în întuneric. Până s-a născut prima stea.

Cum au apărut primele stele? După ce am ajuns la Harvard în anul 1993, am elaborat o teorie pentru a explica formarea acestora împreună cu Zoltan Haiman, absolventul meu, şi Anne Thoul, cercetătoarea mea postdoctorală.

După Big Bang, materia a fost răspândită mai mult sau mai puţin uniform în universul aflat în expansiune rapidă. Faptul că s-a răspândit *aproape* uniform a fost crucial deoarece în unele locuri cosmosul a avut o densitate uşor mai mare decât cea medie, după cum am presupus noi. „Uşor" înseamnă de o sută de mii de ori mai dens. Însă aceste uşoare anomalii erau suficiente. A fost suficient ca gravitaţia să înceapă să împingă materia în aceste regiuni dense în creştere şi ca norii de gaz, compuşi preponderent din atomi de hidrogen, să înceapă să se formeze.

Echipa mea de cercetare a modelat ideea cu creionul pe hârtie până când a ajuns la punctul în care doar hardware-ul unui computer mai sofisticat ar putea merge mai departe. Volker Bromm, absolvent de la Yale la acel moment, a luat asupra sa această sarcină şi în ultimele două decenii el şi alţi teoreticieni au stabilit că, într-adevăr, procesul pe care l-am prezentat pentru naşterea stelelor ar putea da naştere primelor galaxii. Modelele şi teoriile sunt nepreţuite, dar datele care le confirmă pe ambele rămân esenţiale. Am vrut să văd norii de gaz pe care teoria noastră i-a prezis, ceea ce însemna că ar fi trebuit să găsesc dovezi care aveau circa treisprezece miliarde de ani.

Când detectivii astrofizicieni se confruntă cu provocări la fel de mari ca universul, sunt cel mai adesea copleşiţi. Cu toate acestea, ei au un avantaj care nu există în nicio altă disciplină academică. Au posibilitatea de a privi înapoi în trecut.

Deoarece lumina călătoreşte la o viteză finită, cu cât privim mai departe în trecut, cu atât vedem mai multe. Şi din moment ce în univers au existat condiţii similare peste tot, dacă ne uităm adânc în spaţiu ne putem vedea propriul trecut.

Mai mult decât atât, cu cât privim mai adânc în spaţiu, cu atât descoperim obiecte mai vechi. A privi la o stea aflată la patru ani-lumină distanţă cum este Proxima Centauri este ca şi cum aţi vedea cum a arătat o stea acum patru ani. Dar dacă ne focalizăm telescoapele pe o galaxie care este la treisprezece miliarde de ani-lumină depărtare de la momentul emiterii luminii, putem privi universul aşa cum arăta el acum treisprezece miliarde de ani. Este o provocare ştiinţifică monumentală să priveşti la acele „ere întunecate" ale universului, la momentul în care s-au adunat norii de gaz din care s-au format stelele. Asta ne mai constrânge să vedem şi imensele

graniţe temporale ale universului. Oamenii trăiesc astăzi în medie aproape şaptezeci şi trei de ani. Pentru a fi văzut primele lumini din univers, apărute în urmă cu treisprezece miliarde de ani, ar fi trebuit să trăim o sută optzeci de milioane de vieţi, o idee care este absurdă, având în vedere faptul că Pământul nu are decât 4,5 miliarde de ani şi că noi susţinem că pe Pământ există viaţă doar de 3,8 miliarde de ani.

Atunci când se uită în univers, astrofizicienii sunt şi ei puşi faţă în faţă cu imensitatea fizică a cosmosului. Putem vedea lumina care a fost emisă mai devreme în istoria cosmică. Universul aminteşte de nişte săpături arheologice focalizate pe noi. Cu cât ne uităm mai profund, cu atât mai vechi sunt straturile pe care le descoperim. Acest exponat din istoria cosmică se duce până la marginea sferei vizibile din jurul nostru, localizată la Big Bang, la o distanţă de 13,8 miliarde de ani-lumină. Lumina care provine din afara acestei margini are nevoie de mai multă vreme decât vârsta universului pentru a ajunge la noi, de aceea regiunile mai îndepărtate nu ne sunt vizibile.

Este un semn de aroganţă din partea noastră să presupunem că suntem singura formă de viaţă inteligentă din acest vast cosmos. Chiar dacă viaţa pe care o cunoaştem acum şi cea pe care nu o cunoaştem ar putea exista pe o mulţime de alte planete, este cât se poate de probabil să dăm peste vestigii ale tehnologiilor extraterestre înainte de a stabili un contact cu orice altă civilizaţie. Trebuie să avem în minte acest lucru când analizăm aceste explicaţii cu privire la proprietăţile misterioase ale obiectelor interstelare cum ar fi Oumuamua.

•••

Cercetările mele despre zorii cosmici au contribuit la formarea unui nou câmp de cercetare care a ajuns să se numească „cosmologia celor douăzeci şi unu de centimetri". Este o ramură a radioastronomiei care cartografiază universul în trei dimensiuni folosind radiaţii de la atomi de hidrogen care au format lungimea de undă de douăzeci şi unu de centimetri, extinsă ulterior de expansiunea cosmică.

Poate vă amintiţi că este vorba despre aceeaşi lungime de undă de un metru din spectrul radio pe care oamenii îl bruiază folosind televizoare, aparate de radio, telefoane şi computere, o informaţie care ne-a inspirat pe mine şi pe Matias Zaldarriaga să ne întrebăm dacă alte civilizaţii avansate ar putea emite şi ele asemenea bruiaje. Dar interesul meu iniţial pentru emisiile de douăzeci şi unu de centimetri a fost un mijloc de a privi în timp cu mult înainte ca orice civilizaţie să apară. În această etapă a carierei mele nu vânam extratereştrii, vânam hidrogen.

Hidrogenul a fost clar cel mai abundent element din univers după Big Bang; universul timpuriu era format din aproximativ 92% atomi de hidrogen şi 8% atomi de heliu. Dar până aici hidrogenul din univers nu emitea niciun semnal radio pe care îl putem detecta astăzi, deoarece imediat după Big Bang cea mai mare parte din materia existentă din univers, hidrogenul, a fost ionizată.

Atomii de hidrogen neutru constau dintr-un singur proton şi un singur electron. Dar expuşi la temperaturi ridicate şi la radiaţii ultraviolet, aceştia se rup (ionizează); atomul de hidrogen renunţă la electronul său şi îşi continuă existenţa cu un singur proton încărcat pozitiv. Acest lucru schimbă comportamentul hidrogenului său, mai exact, semnalul radio pe care îl emite. Electronul legat la un atom de hidrogen neutru poate tranzita stări de energie mai mari şi mai mici, şi în momentul când face aceasta emite un foton, o particulă uşoară care formează o undă radio de douăzeci şi unu de centimetri lungime. Însă hidrogenul ionizat nu poate face acest lucru.

În aproximativ trei sute optzeci de mii de ani după Big Bang, universul s-a răcit suficient ca electronii şi protonii să se combine şi să formeze atomi de hidrogen neutri, astfel încât noi să putem începe căutarea caracteristicilor acestui element de o lungime de undă radio de douăzeci şi unu de centimetri. Timp de sute de milioane de ani atomii de hidrogen au rămas neutri, trecând prin stările sale superioare şi inferioare de energie şi emiţând unde până când stelele şi galaxiile au început să se formeze, iar hidrogenul din univers a fost ionizat din nou.

Stelele emit mai mult decât lumină vizibilă; emit şi radiaţii ultraviolet care pot rupe atomii de hidrogen în părţile componente ale acestuia, electroni şi protoni. Când primele stele s-au aprins, ele au reionizat atomii neutri de hidrogen din univers. Nu a fost un moment, ci o întreagă epocă, o lungă perioadă de timp când lumina ultraviolet de la cele mai recente stele şi găurile negre au împărţit ceaţa întunecată de hidrogen neutru a universului în protoni şi electroni. Dar chimia în schimbare a universului le-a oferit astrofizicienilor date de căutare, mai exact absenţa emisiilor de douăzeci şi unu de centimetri. Atomii de hidrogen ionizaţi nu emit aceste semnale radio, în schimb atomii de hidrogen neutru le emit.

Prin urmare, momentul în care emisiile semnalelor de douăzeci şi unu de centimetri dispar este momentul când se formează stelele. Ca în celebra povestire a lui Sherlock Holmes despre câinele care nu latră, hidrogenul care nu a mai produs emisia de douăzeci şi unu de centimetri a devenit un mister ştiinţific.

În timp ce scriu această carte, căutarea datelor care ne ajută să identificăm exact momentul în care stelele au început să strălucească sunt

în desfăşurare. O reţea de mai multe antene din Africa de Sud, numită Hydrogen Epoch of Reionization Array (Reţeaua de reionizare din epoca hidrogenului – HERA), măsoară în acest moment emisiile de douăzeci şi unu de centimetri din universul timpuriu. Telescopul Spaţial Hubble a identificat recent o galaxie care şi-a aprins luminile la doar trei sute optzeci de milioane de ani după Big Bang. Iar Telescopul Spaţial James Webb din al cărui grup consultativ am făcut parte acum câteva decenii trebuie lansat în 2021 spre a găsi galaxii chiar mai vechi. Telescopul Gigantic Magellan de 24,5 metri, Telescopul de Treizeci de Metri şi Telescopul European Extrem de Mare, cu un diametru al obiectivului de 39 de metri, sunt în curs de dezvoltare.

Abia am început să avem contact cu datele obţinute în urma acestor eforturi şi cu explicaţiile despre modul în care s-au format stelele. Iar răspunsul pe care îl vom descoperi va avea legătură directă cu întrebarea dacă există o altă inteligenţă în afară de a noastră în imensitatea spaţiului. Dacă Oumuamua este o tehnologie extraterestră, atunci este aproape sigur că cei care l-au proiectat au privit în trecutul opac al universului nostru comun şi au tras o concluzie de pe baza hidrogenului ionizat şi neutru. Să fii suficient de curios pentru a explora spaţiul în vecinătatea propriului sistem solar sau printre stele înseamnă să te intereseze universul: care sunt proprietăţile sale, cum poate fi explicat trecutul acestuia şi ce îi prezice viitorul. Nu numai propria curiozitate şi comportamentul nostru ne ghidează cel mai bine să înţelegem curiozitatea şi comportamentul vieţii extraterestre. Este adevărat şi că perspectivele pe care ni le oferă ştiinţa ne vor da un limbaj comun de care vom avea nevoie pentru a înţelege inteligenţa extraterestră sau poate chiar pentru a comunica cu aceasta. Ştiinţa ne mai oferă un mijloc de a înţelege ce anume descoperim, oricât de trecător şi parţial ar fi. Deoarece, dacă noi suntem capabili să îl construim, atunci există o mare şansă ca şi o altă formă de inteligenţă să fi făcut acelaşi lucru.

9. Filtre

Dacă ipoteza velei solare este adevărată, atunci există două explicaţii posibile. Una ar fi că aceia care au creat Oumuamua au vizat intenţionat sistemul nostru solar; alta ar fi că Oumuamua este un fragment de deşeu stelar care a dat peste noi (sau noi peste el). Oricare dintre aceste interpretări poate fi precisă, indiferent dacă civilizaţia care a creat Oumuamua mai există astăzi sau nu. Dar având în vedere ce ştim despre univers şi civilizaţii, putem face nişte legături referitor la care dintre interpretări ar fi corectă şi ce implicaţii ar avea pentru noi sau pentru oricine (sau orice) a creat Oumuamua.

Concepţia despre deşeul spaţial este similară cu cea a asteroidului/cometei într-un aspect important: înseamnă că Oumuamua este parte a unei populaţii imense de asemenea obiecte. Fiecare stea din Calea Lactee ar trebui să trimită în medie un cvadrilion de astfel de obiecte în spaţiul interstelar pentru a face posibil ca unul dintre ele să treacă prin faţa obiectivelor telescoapelor noastre atunci când le îndreptăm înspre cer. Asta înseamnă o lansare la fiecare cinci minute de pe fiecare sistem planetar din galaxie şi presupune că toate civilizaţiile trăiesc la fel de mult precum Calea Lactee, având o vârstă de treisprezece miliarde de ani, ceea ce nu este în mod sigur cazul.

Ideea că civilizaţiile şi-ar putea croi drum către o asemenea densitate de obiecte, argumentează criticii, pare mai ireală decât toate conjecturile privind formarea planetelor şi eliberarea materialului din norii exteriori pentru a produce o populaţie suficientă de roci. Pentru a umple universul cu deşeuri spaţiale de o asemenea densitate, multor civilizaţii le-ar trebui o grămadă de timp să ejecteze o mare cantitate de materiale. Desigur, atunci când vom stabili că în spatele construcţiei materialelor stă o formă de viaţă inteligentă, vom renunţa la necesitatea unei distribuţii aleatorii a materialelor. Până la urmă noi nu am trimis cele cinci rachete interstelare pe nişte traiectorii aleatorii. Cercetătorii au decis să le trimită înspre anumite stele, şi putem anticipa că o altă formă de inteligenţă ar face la fel.

De asemenea, ar trebui să evităm capcana de a ne imagina că nava spaţială este rară şi preţioasă precum cele cinci sonde interstelare ale noastre. Având în vedere cât de rar a trimis omenirea materiale în spaţiul nostru interstelar, abundenţa ipotetică pe care am susţinut-o ar putea părea într-adevăr nefondată.

Acest scenariu pare mai puţin fondat dacă ne gândim la această posibilitate în comparaţie cu rata prognozată de a trimite *StarChips* prin intermediul Iniţiativei Starshot pe care eu, împreună cu colegii mei, i-am propus-o lui Iuri Milner. Estimăm că, odată ce vor fi făcute investiţiile pentru a construi un laser potrivit şi puternic ca să fie lansat în spaţiu, costurile de a trimite multe mii sau poate chiar milioane de *StarChips* în spaţiul interstelar vor scădea exponenţial.

Însă abundenţa de nave spaţiale interstelare în scenariul pe care tocmai l-am descris pare probabil cea mai rezonabilă, dacă ne întoarcem la sticla noastră de plastic.

•••

În acest moment Reţeaua de Supraveghere Spaţială a Statelor Unite urmăreşte peste treisprezece mii de obiecte create de om care orbitează Pământul. Asta înseamnă totul, de la Staţia Spaţială Internaţională până la sateliţi defecţi, de la telescoape orbitale, cum ar fi Hubble, până la trepte de rachete, piuliţe sau şuruburi lăsate în urmă de astronauţi. Mai înseamnă şi aproximativ 2 500 de sateliţi care ne-au costat cincizeci de ani pentru a-i trimite în spaţiu.

Într-adevăr, în timpul acelei perioade scurte de timp, eforturile noastre de a trimite obiecte în planul orbital al planetei au fost suficiente pentru a face problema deşeurilor spaţiale să devină iminentă. De exemplu, un satelit inactiv al Rusiei, *Cosmos 2251,* şi satelitul activ al Americii, *Iridium 33,* s-au ciocnit în 2009 la aproximativ 36 000 de kilometri pe oră deasupra Siberiei. Asta a generat instantaneu un nor de fragmente care a crescut riscul unor noi ciocniri. Aceasta a fost prima ciocnire cunoscută între sateliţi, ceea ce subliniază pericolul unei cantităţi în creştere a deşeurilor care orbitează Pământul.

Ameninţarea unei ciocniri a crescut constant de-a lungul anilor, în parte din cauza faptului că tot mai multe naţiuni văd spaţiul ca o nouă graniţă de conflict. Cu mai mult de un deceniu în urmă China a demonstrat succesul tehnologiei sale de rachete antisatelit prin distrugerea propriului satelit meteorologic, *Fengyun-1C.* India a realizat o acţiune similară în 2019, creând alte aproximativ patru sute de resturi spaţiale. Consecinţa? S-a estimat că riscul de impact cu Staţia Spaţială Internaţională a crescut cu 44% în zece zile. Nu este de mirare că staţia a fost proiectată pentru a pleca din calea pericolului – presupunând că a primit destule avertizări.

Ceea ce fac oamenii ne ajută să prezicem ce ar putea face alte civilizaţii. Continuăm să deţinem cele mai bune date pentru a ne imagina comportamentul altor civilizaţii şi consecinţele acelui comportament. Având în vedere acest lucru, imaginaţi-vă că o simulare pe calculator care a

analizat ultimele două sute de ani estimează că vom acţiona de aşa natură încât numărul deşeurilor spaţiale mai mari de circa 20 de centimetri se va multiplica cu 1,5. Iar cantitatea de deşeuri mai mici va creşte şi mai mult. Simularea estimează că numărul de obiecte mai mici de 10 centimetri se va multiplica între 13 şi 20 de ori.

Din păcate, umplerea cu deşeuri a spaţiului este o continuare a modului în care omenirea îşi tratează habitatul terestru. În anul 2018 Banca Mondială a publicat un raport intitulat *What a Waste 2.0* (*Cât gunoi 2.0*) în care se estimează că lumea a produs 2,01 miliarde de tone de deşeuri solide pe an. Banca Mondială a mai prognozat şi că, până în anul 2050, numărul ar putea ajunge la 3,4 miliarde de tone. În 2017, Agenţia pentru Protecţia Mediului din Statele Unite a estimat că americanul de rând produce două kilograme de deşeuri pe zi, iar Statele Unite sunt de departe cel mai mare producător. În timp ce Statele Unite şi China produc cele mai multe emisii de gaze cu efect de seră, ţările cu venituri mai mici produc cele mai multe deşeuri solide din cauza incapacităţii economice de a le elimina corespunzător.

Desigur, dacă privim din punctul de vedere al Pământului, nu contează *originile* deşeurilor solide din lume. Oricum cea mai mare parte dintre ele ajung în ocean.

Unul dintre cele mai mari domenii de producere a deşeurilor aparţine deşeurilor electronice – laptopuri, telefoane mobile şi electrocasnice care au fost aruncate şi înlocuite cu modele mai noi. În 2017, Global E-Waste Monitor („Monitorul Global al Deşeurilor Electronice") al Organizaţiei Naţiunilor Unite a estimat că în anul precedent lumea produsese 44,7 de milioane de tone metrice de deşeuri electronice. Şi a estimat că, până în anul 2021, nivelul va creşte la 52,2 de milioane de tone metrice.

Şi în acest caz, comportamentul civilizaţiei noastre ne oferă iarăşi date incontestabile pe care le putem lua în considerare când ne întrebăm care sunt originile lui Oumuamua. Dacă presupunem că Oumuamua nu a fost o sondă funcţională sau o baliză inertă, ci mai degrabă o tehnologie scoasă din uz sau abandonată, acest lucru sugerează că o altă civilizaţie a acţionat într-un mod care poate fi imediat comparat cu al nostru – aceasta face risipă în producţie de materiale şi de tehnologie şi, asemenea nouă, nu are nicio problemă să le abandoneze când se învechesc. Doar pentru că noi încă nu am ajuns la maturitatea de a arunca obiecte în spaţiul interstelar nu ar trebui să excludem posibilitatea ca vecinii noştri interstelar să o aibă sau, cel mai probabil, să o fi făcut deja.

Fie că este sub formă solidă sau sub forma unor emisii de gaze de seră, deşeurile sunt o analogie utilă şi din alt motiv: ne oferă un răspuns la

întrebarea dacă Oumuamua ar fi putut sfârşi hoinărind prin univers drept deşeu spaţial. Una dintre descoperirile făcute de pionierii fizicii în acest domeniu, cum ar fi Frank Drake, a cărui ecuaţie faimoasă cuantifică şansele de a detecta un semnal luminos din partea unei civilizaţii avansate în spaţiu, este cea conform căreia cele mai multe civilizaţii tehnologizate care au existat vreodată s-ar putea să fie dispărute acum.

•••

Enrico Fermi a fost unul dintre marii fizicieni ai secolului XX. Printre realizările sale se numără dezvoltarea primului reactor nuclear şi, întrucât a contribuit la Proiectul Manhattan şi la producerea primei bombe nucleare, i se poate recunoaşte meritul pentru încheierea promptă a ostilităţilor cu Japonia şi a celui de-al Doilea Război Mondial.

Aproape de sfârşitul carierei sale legendare, Fermi a pus o întrebare simplă şi provocatoare în timpul unei mese de prânz cu colegii săi: „Cum ne explicăm paradoxul că, deşi universul este imens şi probabilitatea existenţei vieţii extraterestre pare ridicată, încă nu există niciun fel de dovezi certe pentru orice altceva în afară de viaţa terestră? Dacă viaţa în univers este la comun, unde este toată lumea?" a întrebat el.

De-a lungul anilor, au fost formulate multe răspunsuri. Unul dintre ele este deosebit de atractiv şi mai ales pertinent în dezvăluirea misterului lui Oumuamua şi a implicaţiilor sale pentru noi.

În 1998 economistul Robin Hanson a publicat un eseu intitulat *The Great Filter – Are We Almost Past It*? (*Marele filtru: am trecut deja de el*?). Hanson susţinea că este posibil ca răspunsul la paradoxul lui Fermi să stea în faptul că, în univers, progresul tehnologic al unei civilizaţii duce în cele mai multe cazuri la distrugerea acesteia. Acel moment în care o civilizaţie atinge stadiul nostru de progres tehnologic, momentul în care poate trimite semnale cu privire la existenţa sa întregului univers şi în care poate trimite nave spre alte stele, este şi momentul în care maturitatea sa tehnologică este suficientă pentru propria distrugere, fie că acest lucru se produce prin schimbări climatice sau războaie nucleare, biologice ori chimice.

Exerciţiul de gândire al lui Hanson este suficient de plauzibil ca omenirea să aibă în vedere întrebarea din titlul articolului său: se apropie civilizaţia de propriul filtru?

Ironia ar fi destul de mare dacă Fermi ar avea soluţia la propriul său paradox, deoarece cu ajutorul lui Fermi au fost dezvoltate armele nucleare cu şapte decenii în urmă. Dar chiar şi fără armele nucleare ne îndreptăm înspre autodistrugere prin schimbarea permanentă a climei. Creşterea rezistenţei la antibiotice cauzată de mai mulţi factori, inclusiv de utilizarea lor haotică în industria agricolă şi creşterea animalelor, reprezintă şi ea o

ameninţare. La fel şi pandemiile care au fost accelerate şi agravate de atacul asupra ecosistemului planetei noastre.

Este uşor de presupus că, dacă nu vom fi suficient de atenţi, următoarele secole ale civilizaţiei noastre vor fi ultimele. Dacă este adevărat, atunci emisiile de la radio şi de la televizoare pe care le trimitem în univers (acea bulă de zgomot pe care omenirea a început să o producă în urmă cu un secol) şi cele patru nave interstelare pe care deja le-am lansat pot deveni echivalentul oaselor de dinozaur pe care le avem aici pe Pământ, dovada a ceva care a fost odată formidabil şi extraordinar, iar acum constituie doar materiale pentru arheologii altor civilizaţii.

Nu trebuie să privim prea departe pentru a înţelege cum funcţionează marele filtru. Micul filtru al mortalităţii noastre şi contextul istoriei recente ne oferă date utile.

Familia tatălui meu şi-a avut rădăcinile în Germania timp de şapte secole. Bunicul meu Albert Loeb a luptat cu vitejie în Primul Război Mondial şi a supravieţuit bătăliei de la Verdun din 1916. Se estimează că această bătălie, cea mai lungă din tot războiul, a ucis 143 000 de soldaţi germani, dintr-un număr total de 305 000 de morţi. Personalul militar care a murit sau a fost rănit de-al lungul întregului război variază între cincisprezece şi nouăsprezece milioane; puneţi la socoteală şi victimele civile, iar acest număr ajunge la patruzeci de milioane.

În timpul acelui conflict, bunicul meu s-a făcut remarcat în cavalerie şi a fost decorat cu o medalie care avea să însemne prea puţin peste un deceniu sau mai târziu. La o adunare organizată în 1933 în districtul Netze-Waldeck unde locuia familia bunicului meu, un membru al Partidului Nazist a susţinut cu voce tare că evreii din ţară se foloseau de resursele Germaniei. Bunicul meu s-a ridicat şi i s-a adresat acelui om: „Cum îndrăzniţi să rostiţi aceste cuvinte când dumneavoastră personal aţi evitat încorporarea în calitate de comunist, în timp ce eu mă aflam pe frontul german?" Vorbitorul i-a răspuns: „Cu toţii cunoaştem contribuţiile dumneavoastră patriotice, domnule Loeb; vorbeam despre ceilalţi evrei". Însă valul de antisemitism brutal aflat în creştere în Germania şi într-o mare parte a Europei devenise vizibil.

Bunicul meu a decis să părăsească Germania după acel schimb de replici în public. Şi-a aruncat medalia şi a emigrat în 1936 în ceea ce se numea pe atunci teritoriul Palestinei controlat de Marea Britanie şi ceea ce este astăzi Israel. Celelalte ramuri ale familiei au rămas în Germania crezând că pot aştepta să vadă ce se întâmplă, menţinându-şi speranţa că li se va mai permite să plece din Germania cu ultimele trenuri. Din păcate, la momentul

respectiv, acele trenuri i-au trimis în altă parte şi toţi cei şaizeci şi cinci de membri ai familiei noastre au fost ucişi în Holocaust.

Încă păstrez ceasul de buzunar de acum un secol al lui Albert, în memoria curajului şi a integrităţii sale. Avea aceleaşi iniţiale ca ale mele, ceea ce este într-un fel o reamintire. Lanţul cauzalităţii care ne-a adus aici este într-adevăr fragil.

•••

Misterul Oumuamua a început la scurt timp după ce tatăl meu a murit în ianuarie 2017, şi s-a desfăşurat când starea de sănătate a mamei s-a înrăutăţit. Ea a fost diagnosticată cu cancer în vara anului 2018 şi a murit în ianuarie 2019.

Tatăl meu a fost înmormântat în acelaşi pământ roşiatic în care a plantat copaci toată viaţa, în vecinătatea acelor plantaţii pe care le uda regulat, lângă casa pe care a construit-o cu mâinile sale muncite şi în care am crescut, înconjurat de oamenii care l-au iubit, sub cerul albastru pe care îl studiez ca astronom. Mama mea, Sara, care m-a condus pe drumul gândirii filosofice, cu care discutam în fiecare zi pe parcursul vieţii mele de adult şi care m-a înzestrat cu o viaţă intelectuală, a fost îngropată alături de el doi ani mai târziu.

În astronomie ne dăm seama că materia ia noi forme de-a lungul timpului. Materia din care suntem făcuţi a fost produsă în miezul unor stele masive care au explodat. S-a adunat pentru a forma Pământul care fertilizează plantele şi ne hrăneşte corpurile. Ce suntem atunci, dacă nu doar nişte forme trecătoare, alcătuite din câteva particule de materie pentru un scurt timp în istoria cosmică, pe suprafaţa uneia dintre multe alte planete? Nu suntem neînsemnaţi doar din cauza imensităţii cosmosului, dar şi din cauza faptului că suntem atât de mici. Fiecare dintre noi este doar o structură tranzitorie care vine şi pleacă, reprodusă în mintea altor structuri tranzitorii. Şi asta este tot.

Moartea părinţilor mei m-a făcut să-mi dau seama de acest lucru, dar şi de alte adevăruri fundamentale ale vieţii. Suntem aici pentru o perioadă scurtă de timp, aşa că ar fi bine să nu fim falşi. Să rămânem cinstiţi, autentici şi ambiţioşi. Fie ca limitările noastre, inclusiv timpul limitat care i-a fost dat fiecăruia dintre noi, să ne facă să fim modeşti. Şi fie ca micul filtru care reprezintă amploarea propriilor noastre vieţi să ne ofere un context abordabil şi lucid pentru marele filtru al lui Hanson, care reprezintă sfârşitul civilizaţiei noastre. Prin lipsa lor de grijă, de sârguinţă şi prin felul precar în care şi-au pus în aplicare inteligenţa, oamenii au dovedit că este foarte uşor să pui capăt vieţii semenilor.

Dintre toate lecţiile pe care le putem învăţa de la Oumuamua, cea mai importantă ar fi că nu putem permite filtrelor mici de război şi degradare a mediului să ajungă nişte filtre mari. Trebuie să ne străduim să avem mai multă grijă şi sârguinţă şi să aplicăm mai bine inteligenţa pentru a salva civilizaţia noastră. Numai astfel ne putem salva pe noi înşine.

Pe parcursul serviciului militar am fost învăţaţi o expresie în timpul instrucţiei de infanterie: „să-ţi întinzi corpul pe o sârmă ghimpată". Atunci când soldatul se confruntă uneori cu situaţii extraordinare, el trebuie să se întindă de bunăvoie pe sârmă ghimpată pentru a permite celorlalţi soldaţi să-i folosească corpul pentru a trece în siguranţă. Nu sunt atât de închipuit încât să cred că experienţa mea echivalează cu sacrificiul unui soldat. Dar dacă ţin cont de spectrul marelui filtru şi de umbrele înaintaşilor care s-au sacrificat pentru cauza comună a progresului umanităţii, găsesc această comparaţie inspirată.

De un lucru sunt sigur: firele subţiri care conectează civilizaţia Pământului, aşa cum există ea astăzi, cu o posibilă civilizaţie interstelară a omenirii, cum ar putea exista ea mâine, nu se vor putea baza pe prudenţă conservatoare. După cum a spus rabi Nachman din Wraclav, „întreaga lume nu este altceva decât un pod foarte îngust, iar cheia nu trebuie să fie deloc frica".

•••

La 1 septembrie 1939, la trei ani după ce bunicul meu vizionar a părăsit Germania nazistă, Germania a invadat Polonia şi o mare parte din planeta noastră a ajuns în stare de război. Au trecut încă opt luni până când Winston Churchill şi-a asumat rolul de prim-ministru al Marii Britanii în timpul războiului. Între timp, Churchill îşi avertiza continuu ţara şi lumea cu privire la ameninţarea reprezentată de Adolf Hitler şi de Germania militaristă.

Churchill şi-a mai continuat şi una dintre îndeletnicirile sale pe care le preţuia: scrisul. În acel deceniu a scris, printre altele, şi o biografie în patru volume a primului duce de Marlborough, precum şi numeroase comentarii de opinie şi articole pentru ziare şi reviste. O temă de interes special era ştiinţa (Churchill a fost primul prim-ministru britanic care a numit din rândul civililor un consultant pe probleme de ştiinţă la guvern), iar eseurile sale de popularizare a ştiinţei au atins toate aspectele, de la evoluţie, la energia de fuziune şi extratereştri.

Când lumea se prăbuşea în jurul lui, Churchill a scris în 1939 un articol intitulat „Are We Alone în Space? (Suntem singuri în spaţiu?"). Nu l-a publicat niciodată; conjunctura care l-a adus la apogeul influenţei sale politice a dat la o parte acest eseu şi l-a îngropat timp de câteva decenii. Războiul era deja purtat şi câştigat înainte ca Churchill, care ieşise din viaţa

politică a Marii Britanii, să-şi revizuiască articolul. În anii 1950 i-a dat un titlu mai precis: „Are We Alone in the Universe? (Suntem singuri în univers?"), însă a rămas nepublicat până la moartea lui Churchill şi a ajuns în arhivele Muzeului Naţional Churchill din Statele Unite, necunoscut şi nediscutat până la descoperirea sa în 2016.

Este păcat că eseul neobişnuit al lui Churchill nu a fost niciodată publicat, deoarece conţine idei care erau cu mult înaintea vremii lui şi o viziune de care era mare nevoie atunci, ca şi acum. Churchill a arătat o modestie de om universal când şi-a pus întrebarea cât de unice sunt Soarele şi sistemul nostru planetar, şi a scris: „Nu sunt atât de îngâmfat să cred că doar Soarele meu are o familie de planete". A fost şi perspicace. Cu zeci de ani înainte de descoperirea exoplanetelor, Churchill a conchis că avem motive să credem că un număr mare de planete au existat „la o distanţă potrivită faţă de soarele lor părinte pentru a menţine o temperatură corespunzătoare", au avut atât apă şi atmosferă şi ar putea avea forme potenţiale de viaţă. Într-adevăr, având în vedere întinderea spaţiului şi numărul de sori din el, acesta a scris: „Şansele să existe un număr imens de planete unde să se regăsească o serie de circumstanţe care să nu facă viaţa imposibilă sunt enorme". Deşi era sceptic în privinţa unei călătorii interstelare, Churchill a avut în vedere că, „într-un viitor nu foarte îndepărtat, va fi posibil să călătorim pe Lună sau chiar pe Venus ori Marte".

Nota sumbră din articolul său nu se referă la posibilitatea vieţii extraterestre în univers sau la capacitatea omenirii de a ajunge pe alte planete, ci mai degrabă la omenirea în sine. Churchill scria: „Eu unul nu sunt atât de impresionat de succesul pe care l-a realizat civilizaţia noastră încât să cred că suntem singurul loc din imensitatea acestui univers care conţine forme de viaţă, creaturi inteligente, sau că dispunem de cel mai înalt tip de dezvoltare mentală şi fizică apărut vreodată în întinderea imensă de timp şi spaţiu".

Când am auzit prima dată despre eseul lui Churchill, acum câţiva ani, nu m-am putut abţine să nu fac un exerciţiu de gândire. Costul războiul care a început imediat după ce Churchill şi-a scris eseul şi a cuprins întreaga planetă este estimat la 1,3 trilioane de dolari, echivalentul a aproximativ 18 trilioane în moneda de astăzi. Nu există date concludente pentru a estima exact numărul de persoane care au murit din cauza războiului, iar cercetătorii se contrazic pe tema câtor decese au rezultat în mod clar în urma războiului, dar intervalul se încadrează undeva între patruzeci şi o sută de milioane de fiinţe umane.

Ce s-ar fi întâmplat dacă, în anii 1940, omenirea ar fi cheltuit în schimb 1,3 trilioane de dolari pentru explorarea universului, fără să mai putem la

socoteală abilitatea, experienţa, forţa şi minţile unui număr de persoane situat între patruzeci şi o sută de milioane? Ce s-ar fi întâmplat dacă geniul colectiv al epocii nu ar fi fost unul distructiv şi, în loc de a-şi atinge apogeul în dezvoltarea armelor nucleare, şi-ar fi îndreptat eforturile înspre trimiterea vieţii terestre în sistemul solar şi chiar mai departe? Ce s-ar fi întâmplat dacă civilizaţia umană ar fi ajuns, cu ajutorul modestiei şi al aplicării metodologiei ştiinţifice, la concluzia că propria sa existenţă face probabilă şi existenţa altor civilizaţii din univers? Ce s-ar fi întâmplat dacă, în 1939, şi pe parcursul următorului deceniu, omenirea s-ar fi orientat mai degrabă spre explorarea spaţiului şi descoperirea vieţii extraterestre decât spre exterminarea pe scară largă a vieţii de pe Pământ?

Dacă există un multivers şi o astfel de civilizaţie umană în el, eu prezic că acesta a reuşit cel puţin să-l fotografieze pe Oumuamua, poate chiar să-l captureze pentru o examinare aprofundată. Probabil acei oameni nu au fost surprinşi de ceea ce au găsit, deoarece analogul Iniţiativei Breakthrough de pe Pământ s-ar fi desfăşurat cu multe decenii în urmă şi, prin urmare, ar fi obţinut informaţiile pe care velele solare propulsate de lasere le-au adunat în timpului trecerii lor pe lângă Proxima Centauri. Aceştia sunt cu siguranţă pe cale să găsească o soluţie care să asigure viaţa după moartea inevitabilă a Soarelui nostru. Şi mai bănuiesc că plajele lor nu ar fi aşa de pline de gunoaie.

Sunt sigur că mai există cel puţin o asemănare între acel Pământ şi acesta. Pun pariu că istoricii lor consideră că generaţia care a pus totul în mişcare în anii 1940 este măreaţă.

Din păcate, noi trăim pe *acest* Pământ şi suntem cu toţii însărcinaţi să salvăm civilizaţia noastră umană. Dintre toate exerciţiile de gândire pe care ni le oferă teoreticienii multiversului, consider că acesta este cel mai productiv: Ce vom face când vom întâlni locuitorii universului care ni se arată în faţa noastră?

În timp ce scriu mă uit la copacul care poate fi văzut din sufrageria mea. Suntem o civilizaţie care va bandaja ramura ruptă, permiţându-i să se vindece şi să crească? Sau suntem o civilizaţie care ori o ignoră, ori o taie, luându-i acestei ramuri orice şansă la viaţă?

Indiferent ce alegere facem, punem în joc viaţa copiilor noştri. Dacă în momentul confruntării cu particularităţile neobişnuite ale lui Oumuamua singurele ipoteze pe care le putem lua în calcul sunt cele naturale, dar rare statistic, dacă nu putem găsi din datele adunate cea mai simplă explicaţie, asemenea lui Sherlock Holmes, putem face mai mult rău decât simpla amânare a următorului salt al civilizaţiei noastre. S-ar putea să păşim într-

un abis – o civilizaţie ca multe altele şi, probabil, insuficient de avansată pentru a lăsa cărţi de vizită sau balize prin univers.

10. Astroarheologie

Dacă ajungem la concluzia că civilizaţiile au apărut şi au dispărut de-a lungul istoriei îndelungate a universului, acest lucru va fi probabil un avertisment pentru propria noastră civilizaţie.

Ar putea fi şi o oportunitate.

Am putea să ne adaptăm cercetarea detectivistică pentru a căuta vestigii ale civilizaţiilor dispărute, atât în calitate de cercetători, cât şi de specie. Şi o descoperire indirectă a unei asemenea dovezi ne-ar putea învăţa o lecţie importantă, anume că trebuie să luăm măsuri împreună pentru a evita o soartă similară.

Cum am mai menţionat, s-ar putea ca Oumuamua să fie un mesaj profund într-o sticlă, unul pe care noi refuzăm cu încăpăţânare să-l citim. Consider că, pentru a soluţiona pe deplin această problemă, va trebui să încetăm să ne mai gândim la astronomie ca la un domeniu unde se studiază elementele cosmosului şi să începem să o tratăm drept un mediu interdisciplinar de cercetare.

Avem mare nevoie de o nouă ramură a astronomiei, de una pe care am numit-o *arheologie spaţială.* Asemenea arheologilor care fac săpături pentru a afla mai multe despre, să spunem, societatea mayaşă, astronomii trebuie să înceapă să caute civilizaţii tehnologizate prin „excavări" spaţiale.

Este captivant să ne gândim ce ar putea găsi aceşti astroarheologi, însă acesta nu este nici măcar cel mai convingător motiv pentru care ar trebui să luăm această cercetare în serios. S-ar putea să ne ofere noi perspective care să ne trimită spre noi direcţii ştiinţifice şi culturale, şi probabil vor face civilizaţia noastră una dintre puţinele care au reuşit să depăşească marele filtru.

•••

Să ne amintim că una dintre cele mai mari limitări ale ecuaţiei lui Drake – formula menită să ne ajute să purtăm discuţii despre viaţa extraterestră inteligentă – a constituit-o accentul deficitar pus pe semnalele de comunicare, acestea fiind doar unul dintre diferitele urme detectabile pe care celelalte civilizaţii le-ar putea lăsa în urmă. Frank Drake a definit prima variabilă a ecuaţiei sale drept *N,* numărul speciilor din galaxia noastră care dispun de o tehnologie necesară pentru comunicarea interstelară; el a definit ultima variabilă a ecuaţiei drept *L,* durata de timp în care aceste specii pot produce semnale detectabile. Pe scurt, ecuaţia sa se baza pe

presupunerea că tentativele de a comunica intenţionat sunt singurul mod de a detecta o civilizaţie extraterestră.

Totuşi, există o mulţime de moduri prin care civilizaţiile extraterestre ar putea da neintenţionat de veste despre existenţa lor, iar pe măsură ce vom descoperi noi tehnologii, numărul de căi disponibile pentru a căuta aceste dovezi va creşte. Cum ar trebui să redefinim scopul căutării noastre? Altfel spus, ce ar trebui să căutăm? Şi unde ar trebui să căutăm?

Cred că este relativ uşor de răspuns la prima întrebare. Ştim că toate formele de viaţă pot fi identificate prin ceea ce numim biosemnături, cum ar fi eutrofizarea şi atmosferele poluate pe care vietăţile le lasă în mediul lor de viaţă. Prin urmare, pentru a căuta semne avansate ale vieţii extraterestre tehnologizate am putea căuta dovezi ale unei vieţi extraterestre mai puţin dezvoltate, cum ar fi microbii, fie că sunt vii sau au murit de mult.

Astfel, prima întrebare duce la altă întrebare, mai directă: ce fel de viaţă ar trebui să căutăm, avansată sau primitivă? Într-o lucrare pe care am scris-o împreună cu cercetătorul meu postdoctoral Manasvi Lingam, am estimat posibilitatea de a găsi o formă de viaţă extraterestră primitivă sau avansată doar cu ajutorul telescoapelor de ultimă generaţie (la acel moment, şi cu Telescopul Spaţial James Webb, succesorul Telescopului Spaţial Hubble). În esenţă, aceasta a fost o încercare de a stabili ce parte din eforturile astroarheologilor ar trebui folosită pentru căutarea biosemnăturilor şi ce parte pentru căutarea tehnosemnăturilor. Exerciţiul m-a ajutat să mă gândesc mai bine la răspunsul dat întrebării puse mai sus: ce ar trebui să căutăm?

Acest proiect ne cerea să lucrăm cu nişte date destul de incerte, inclusiv cu unele care aveau nevoie de cele mai certe răspunsuri. De exemplu, trebuia să stabilim cu cât este mai rar întâlnită viaţa inteligentă faţă de cea microbiană, cât de departe am putea detecta o tehnosemnătură şi o biosemnătură şi în cât timp ar putea fi descoperite ambele tipuri de semnături. Selecţia noastră de variabile reflecta şi îngrijorarea noastră cu privire la marele filtru, deşi am făcut o presupunere optimistă cu privire la cât de mult va putea supravieţui tipul de inteligenţă extraterestră tehnologizată pe care o căutam: am stabilit că ar putea supravieţui un mileniu.

Am constatat că optimismul este o condiţie prealabilă pentru activitatea ştiinţifică, dar în acest caz şi optimismul este cuantificat în calculele noastre reale. În multe situaţii, cu cât suntem mai pesimişti, cu atât există mai puţine şanse de a găsi o viaţă inteligentă. Aveţi în vedere şi că în scenariul pe care tocmai l-am descris trebuia să aflăm atât durata de timp în care inteligenţa

artificială ar putea fi descoperită, cât şi altă variabilă similară: perioada în care inteligenţa *noastră* ar putea exista pentru a o căuta.

Acestea fiind spuse, trebuie admis că descoperirea unei vieţi primitive sau microbiene nu ar fi la fel ca descoperirea unei vieţi extraterestre inteligente. Ambele ar schimba fundamental viziunea omenirii despre sine, însă dovezile unei inteligenţe tehnologizate ar avea un impact şi mai mare. Dacă aflăm că există sau au existat înaintea noastră şi alte civilizaţii chiar mai inteligente, acest lucru ne va determina să adoptăm o atitudine mult mai modestă în privinţa universului şi realizărilor noastre.

În cele din urmă am ajuns la concluzia că probabilitatea detectării vieţii inteligente este de două ori mai mică decât probabilitatea detectării vieţii primitive. Cu toate acestea, am ajuns şi la concluzia că ambele căutări trebuie desfăşurate în paralel, chiar şi atunci când se va acorda o finanţare mai mare căutării vieţii primitive, având în vedere că se aşteaptă să fie mai abundentă. În plus, existenţa vieţii extraterestre ar creşte semnificativ şansele noastre de a găsi şi viaţă microbiană.

Deci ce ar trebui să căutăm? Într-un cuvânt: *viaţă.* Trebuie doar să fim pregătiţi pentru momentul în care un anume tip va fi găsit mai devreme decât altul.

Atunci unde ar trebui să căutăm? Răspunsul la această întrebare este mai complicat, dar, în cele din urmă, poate că este mai familiar, deoarece trebuie să începem cu abiogeneza terestră: originea vieţii de pe planeta noastră.

•••

Domeniul cercetării originii vieţii este incipient. Deşi cunoaştem multe lucruri despre un aspect, şi anume despre abiogeneza terestră, cunoştinţele noastre sunt precum o insulă într-un ocean imens de ignoranţă. Cu toate acestea, există motive să fim uşor optimişti cu privire la direcţia în care ne îndreptăm.

În timp ce scriu aceste cuvinte suntem mult mai aproape de a înţelege cum s-au reprodus primele celule, primele componente ale vieţii, şi suntem mult mai aproape de a explica modul în care au fost sintetizaţi şi asamblaţi de la un punct de plecare comun precursorii biocelulelor, cum ar fi proteinele şi carbohidraţii.

Deşi nu cunoaştem dacă viaţa extraterestră s-ar putea baza pe aceleaşi componente care au dat viaţa pe Pământ, suntem mai bine pregătiţi pentru a ne gândi ce frecvenţă are abiogeneza în alte locuri, pe măsură ce ne apropiem de o abordare a modului în care a apărut viaţa aici.

În încercarea de a găsi forme de viaţă extraterestre nu există un aspect mai important decât cel conform căruia viaţa este în general fie un fenomen determinist şi foarte probabil, fie o consecinţă a unor evenimente aleatorii

şi improbabile. Cu alte cuvinte, întotdeauna aceleaşi condiţii de bază dau naştere vieţii? Sau apariţia vieţii pe Pământ a fost un eveniment ciudat care este foarte puţin probabil să se întâmple din nou?

Numeroase domenii de cercetare pun aceste întrebări pe toate fronturile. O simplă observaţie se întrevede la orizont cât timp se întâmplă acest lucru: singura sursă importantă de date de care dispunem, şi anume Pământul, este extraordinar de bogată. Factorii care au permis apariţia vieţii pe Pământ, printre care şi distanţa planetei noastre faţă de Soare, nu au avut ca rezultat doar apariţia câtorva microorganisme care s-au grupat în jurul izvoarelor hidrotermale de pe fundul oceanelor. Acestea au produs viaţă din abundenţă şi de o asemenea complexitate încât flora şi fauna de astăzi sunt peste era reptilelor care le-a precedat. Ar fi culmea trufiei să credem că o mărgea albastră din toată întinderea universului ar putea fi singura fremătând de viaţă.

Aproape toată viaţa de pe Pământ depinde de Soare. Nu degeaba oamenii l-au venerat de la începutul civilizaţiei până ultima dată când s-au aşezat pe un prosop la plajă. Noi chiar suntem făcuţi din aceeaşi materie ca stelele; materia din care suntem făcuţi a fost produsă în inima stelelor care au explodat şi au format apoi planete precum Pământul, devenind mai târziu materia întregii vieţi de pe Pământ, inclusiv a voastră şi a mea. Iar fără căldura şi lumina Soarelui nu ar exista nici plante, nici oxigen abundent, nici viaţa aşa cum o ştim.

Nu este o exagerare dacă afirmăm că mare parte a vieţii multicelulare complexe de pe Pământ depinde direct sau indirect de existenţa Soarelui. Dar în ce mod căutarea vieţii extraterestre ar putea profita de pe urma acestui fapt? Cum putem folosi certitudinea bine-cunoscută că Soarele permite existenţa vieţii inteligente conştiente pentru a fundamenta căutarea vieţii în altă parte?

Faptul de a şti cât de anormal sau nu este Soarele nostru ne poate spune destul de multe despre cât de anormală (sau nu) este viaţa căreia îi permite existenţa. Dacă Soarele reprezintă o gazdă tipică din toate punctele de vedere, iar prezenţa vieţii inteligente în vecinătatea sa este extrem de rară, dacă nu unică, atunci existenţa noastră este cel mai probabil rezultatul unei întâmplări aleatorii, într-adevăr neobişnuite. Dar dacă Soarele nostru este atipic în anumite privinţe, poate aceste caracteristici atipice sunt necesare vieţii, făcând existenţa noastră mai puţin întâmplătoare şi mai puţin unică. La rândul său, ar face căutarea vieţii extraterestre mai puţin întâmplătoare deoarece vom avea motive să inspectăm stele asemănătoare cu a noastră.

Din câte se pare, sistemul Soare-Pământ este anormal în două privinţe evidente. În primul rând masa Soarelui, de 330 000 de ori mai mare decât a

Pământului, îl face mai masiv cu 95% faţă de stelele cunoscute. Deşi acest lucru nu exclude interesul nostru de a căuta viaţă pe planete care orbitează mai multe stele de mărime medie din punct de vedere statistic, el ne încurajează să căutăm stele care sunt în primul rând masive, precum aceea care permite existenţa noastră, având în vedere resursele noastre limitate de timp şi bani.

•••

Calităţile de care dispune Soarele ne încurajează să ne îndreptăm căutarea vieţii extraterestre (cel puţin într-o primă fază) către stele similare cu a noastră. Şi calităţile Pământului ne ghidează în căutarea noastră, mai ales când vine vorba despre planete pe care le studiem mai întâi.

Datele observabile de pe Pământ, singura planetă despre care ştim că permite existenţa unei biosfere dense şi complexe, fac posibilă elaborarea unei scurte liste de caracteristici pe care trebuie să le căutăm la alte planete. Dar factorul primordial care permite viaţa pe Pământ este existenţa apei în formă lichidă.

Apa în formă lichidă, numită şi solvent universal, este ideală pentru a transporta energia la celule şi a elimina reziduurile din acestea, nefiind descoperită nicio formă de viaţă terestră care să poată trăi fără ea. Aceasta este atât de importantă pentru viaţă încât astronomii o folosesc pentru a defini zona locuibilă din jurul fiecărei stele, măsurată prin distanţa orbitală a planetei faţă de centrul sistemului solar. Identificarea planetelor aflate la distanţa Goldilocks (Bucla de Aur) faţă de o stea, acea zonă unde apa nu îngheaţă, nici nu se evaporă, este punctul de plecare al astroarheologilor pentru a vâna civilizaţii extraterestre.

Se pare că universul ne oferă o mulţime de locuri încotro să privim.

În ultimele două decenii, am aflat că în univers există numeroase exoplanete (termenul tehnic pentru orice planetă din afara sistemului solar). Acest val de descoperiri a început în 1995 când astronomii Michel Mayor şi Didier Queloz au devenit primii care au găsit dovezi observaţionale definitive ale unei exoplanete apropiate care orbita o stea asemănătoare Soarelui, 51 Pegasi b, asemănătoare cu Jupiter, pe baza mişcării vizibile a acestei stele în timpul orbitării exoplanetei. Munca lor de pionierat a pus bazele unei noi ere a vânătorii de exoplanete şi le-a adus un Premiu Nobel în 2019.

Ideile de bază ale acestei cercetări nu erau de fapt noi; ele fuseseră enunţate cu patru decenii în urmă de astronomul Otto Struve care a presupus că vânătoarea planetelor extraterestre ar putea viza în mod profitabil gigantele gazoase care orbitează stele-mamă pe orbite strânse, lumi întregi care se rotesc în jurul acelor stele în câteva zile pământeşti.

Existenţa unor asemenea planete, despre care Struve a susţinut că există într-o lucrare din 1952, a fost sugerată de dovada că unele stele binare (o pereche de stele legate una de cealaltă prin gravitaţie) se învârt în jurul centrului comun de masă în mod similar. Iar aceste exoplanete mari ar trebui să fie uşor de detectat cu ajutorul câmpului gravitaţional puternic de pe steaua-mamă sau al blocării luminii în timpul trecerii prin faţa stelei.

Dar articolul lui Struve a fost ignorat, la fel ca propunerea lui de a căuta corpuri cereşti asemănătoare lui Jupiter în apropiere. Cercetătorii din comitetele care au alocat timp pentru telescoape importante afirmau că este de la sine înţeles de ce Jupiter se află atât de departe de Soare, aşa că nu au văzut niciun motiv să piardă din timpul alocat telescoapelor ca să caute exo-Jupiteri care erau mai apropiaţi de steaua lor gazdă. Prejudecăţile lor au încetinit progresul ştiinţific cu câteva decenii.

Odată ce exoplanetele au intrat în tendinţa principală, descoperirea lor s-a accelerat rapid. Sute de alte planete au fost identificate la un deceniu de la descoperirea lui 51 Pegasi b. Iar odată cu lansarea Telescopului Spaţial Kepler de la NASA în 2009, care fusese construit special pentru identificarea exoplanetelor, numărul lor, în momentul în care scriu, a ajuns la 4 284 şi alte câteva mii de candidate aşteaptă să fie confirmate. Mai mult, în momentul de faţă ştim că aproximativ un sfert dintre toate stelele sunt orbitate de planete de dimensiunea şi cu temperatura de suprafaţă a Pământului, planete care ar putea avea apă în stare lichidă pe suprafaţa lor, elementele chimiei vieţii.

Densitatea de exoplanete pe care ne putem focaliza echipamentul de observaţie îmi reaminteşte de o tradiţie evreiască din timpul Sederului Paştelui: ascunderea unei bucăţi de azimă *matzah,* numită *afikomen.* Copiii din familie trebuie să o găsească şi cine reuşeşte va primi o recompensă.

Ce am învăţat eu când eram copil – şi de ce sunt conştient acum, ca adult, când mă raportez la începuturile astroarheologiei – este că întrebarea „Unde trebuie să căutăm?" întrece întrebarea „Ce căutăm mai exact?" Iar surorile mele şi cu mine am învăţat repede că locurile cele mai bune de unde să începi căutarea sunt acelea unde *afikomen* a fost ascuns în trecut.

Astăzi suntem ghidaţi de aceeaşi strategie în căutarea vieţii extraterestre. Majoritatea telescoapelor şi a instrumentelor noastre de observare caută dovezi ale vieţii pe planete telurice care au caracteristici asemănătoare, în special apă în stare lichidă, cu singurul loc în care ştim că există viaţă: Pământul.

Dar asta este tot ce putem face? Există vreun alt loc înspre care am putea privi, chiar dacă ne limităm la orbitele stelelor extraterestre?

•••

Exoplanetele care par similare cu Pământul nu sunt singurele locuri unde am putea căuta viaţă. Cercetările suplimentare pe care le-am efectuat împreună cu cercetătorul meu postdoctoral Manasvi Lingam ne arată existenţa unui alt loc extrem de promiţător unde putem căuta chimia vieţii: în atmosfera aşa-numitelor pitice brune.

Piticele brune sunt mici, mai mici de 7% din masa Soarelui nostru. Şi din moment ce nu au suficientă masă pentru a susţine reacţiile nucleare datorită cărora alte stele ard atât de strălucitor (şi la o temperatură atât de mare), ele se pot răci la temperaturi planetare. Asta ar putea avea ca rezultat existenţa apei în formă lichidă pe suprafeţele particulelor mici şi solide din norii care orbitează o pitică brună.

Nu trebuie să ne oprim la piticele brune, ci trebuie să luăm în considerare şi piticele verzi, acele stele pitice care lasă o „margine roşie" în lumina reflectată, semn al fotosintezei plantelor. Din calculele noastre, piticele verzi care orbitează stele asemănătoare Soarelui pot fi cea mai bună alegere pentru a găsi *afikomen* astrobiologic.

Piticele verzi, piticele brune, dar şi exoplanetele din zona locuibilă a sorilor sunt opţiuni cu posibilităţi nesfârşite pentru astroarheologi, mai ales dacă există civilizaţii mult mai avansate tehnologic decât a noastră. Însă acestea sunt cele mai bune ţinte de care dispunem, având în vedere că în această etapă a căutării vieţii extraterestre, teoriile, instrumentele de observare şi tentativele de explorare sunt încă într-o fază destul de incipientă. Adică din afara sistemului nostru solar.

•••

Chiar şi atunci când ne gândim la căutarea vieţii în spaţiul interstelar trebuie să recunoaştem că nu am epuizat toate variantele pe care le avem în sistemul nostru solar; astroarheologii trebuie să caute şi semne ale vieţii extraterestre în curtea noastră planetară.

Am putea începe prin a căuta echipamente tehnice care plutesc prin sistemul solar. Aşa cum l-am descoperit pe Oumuamua, am putea descoperi alte obiecte artificiale provenite de la alte stele, spre a obţine astfel dovezi concludente. În primul secol al revoluţiei noastre tehnologice am trimis în sistemul solar misiunile Voyager 1 şi 2. Cine ştie câte astfel de obiecte ar fi putut lansa o civilizaţie avansată?

Cel mai simplu mod de a detecta o tehnologie extraterestră în trecere este de a căuta sub cel mai apropiat, cel mai mare şi mai strălucitor felinar: Soarele. Razele solare ne oferă informaţii importante despre mişcarea şi forma obiectelor şi le fac mai vizibile, aşa cum s-a întâmplat în cazul lui Oumuamua. Avem nevoie de tot ajutorul pe care îl putem obţine în această

căutare deoarece, în momentul de faţă, instrumentele noastre pentru identificarea unor obiecte precum Oumuamua sunt destul de primitive.

După cum am explicat la începutul acestei cărţi, telescoapele au descoperit întâmplător Oumuamua; ele au fost proiectate, construite şi puse în funcţiune pentru a realiza alte lucruri. Primii arheologi spaţiali probabil vor trebui să schimbe destinaţia instrumentelor astronomice existente, cel puţin până când omenirea le va furniza instrumente construite anume pentru scopurile lor.

Probabil că, între timp, cea mai uşoară metodă de a căuta tehnologii extraterestre din sistemul nostru solar, şi cu siguranţă cea mai bună oportunitate pe care o vom avea, este să concepem o metodă de identificare a momentului de ciocnire cu Pământul. Ar trebui să găsim o metodă de a utiliza atmosfera Pământului pentru a căuta meteori artificiali. Dacă obiectul este mai mare de câţiva metri ar putea lăsa în urmă un meteorit pe care, dacă l-am putea detecta şi urmări, ne-ar putea aduce primele dovezi tangibile ale tehnologiei extraterestre.

Putem căuta resturi ale tehnologiei extraterestre şi pe suprafeţele Lunii şi a planetei Marte. Indiferent dacă facem o comparaţie între Lună (care nu dispune de atmosferă sau de activitate geologică) şi un muzeu, o cutie poştală sau un tomberon, putem spune un singur lucru cu certitudine: ea păstrează o evidenţă a tuturor obiectelor care s-au prăbuşit pe suprafaţa sa în ultimele câteva miliarde de ani. Cu toate acestea, dacă nu vom verifica, nu vom şti niciodată dacă într-adevăr conţine echivalentul unei statui, al unei scrisori, al gunoiului – sau pur şi simplu nimic.

Nu trebuie să ne limităm la suprafeţele planetei. De exemplu, Jupiter ar putea fi o plasă de pescuit gravitaţională care prinde obiectele interstelare ce trec pe lângă ea. Având în vedere că oamenii de ştiinţă au ochelari de cal când vine vorba despre ce se află acolo, ei presupun că vom extrage numai roci naturale sau corpuri de gheaţă precum asteroizi sau comete. Şi fără nicio îndoială că, în majoritatea cazurilor, peste asta vom da. Dar poate că nu este tot ce vom întâlni.

Având în vedere recompensa bogată a unei astfel de descoperiri, ar trebui să depunem un efort. Da, va costa mult mai scump şi incertitudinea va fi mai mare decât în cazul unor cercetări minore, însă un asemenea efort va semăna cu cel al familiei mele care merge pe plajă şi examinează cochilii. Poate că arheologii spaţiali din viitor vor găsi echivalentul unei sticle de plastic aparţinând unei civilizaţii extraterestre.

•••

Cu cât le dăm mai multe instrumente arheologilor din viitor, cu atât îşi vor extinde căutarea. Aşa cum am presupus în cadrul colaborării mele cu Ed

Turner, pot fi căutate lumini artificiale care provin de la oraşe îndepărtate (sau poate de la o navă spaţială gigantică), la marginea sistemului nostru solar. O sursă artificială de lumină poate fi distinsă de un obiect care reflectă lumina solară prin modul în care se estompează pe măsură ce se îndepărtează de noi. O sursă care îşi produce singură lumina, asemenea unei bec, se estompează invers proporţional cu distanţa la pătrat, în timp ce un obiect care reflectă lumina solară de la distanţă se estompează invers proporţional cu distanţa la puterea a patra.

Un astfel de instrument pe care arheologii spaţiali l-ar putea folosi pentru a obţine un rezultat excepţional este aparatura avansată de la observatorul Vera C. Rubin. Se aşteaptă ca acest telescop reflector, cu un câmp vizual larg, să înceapă cercetarea cerului în 2022. Pe lângă cartografierea Căii Lactee şi măsurarea forţelor gravitaţionale slabe pentru a furniza informaţii despre energia şi materia întunecate, este de aşteptat să îmbogăţească şi catalogul omenirii cu obiecte din sistemul solar de zece până la o sută de ori. Observatorul Vera C. Rubin are o sensibilitate mai mare decât oricare alt telescop de cercetare, inclusiv Pan-STARRS care a descoperit Oumuamua, evident.

Am putea căuta lumină artificială sau redistribuirea căldurii pe suprafaţa unei planete cu ajutorul noii posibilităţi de a privi mai departe ca niciodată dincolo de sistemul solar. Îndepărtându-ne de limitările din ecuaţia lui Drake, am putea căuta şi tehnosemnături, nu doar semnale de comunicare. Pentru a vedea cum ar putea funcţiona acest lucru, imaginaţi-vă o exoplanetă care acum este în câmpul nostru vizual.

Planeta cu orbită sincronă Proxima b se învârte în jurul zonei locuibile a Proxima Centauri, steaua cea mai apropiată de Soarele nostru. Când lucram împreună cu colegii mei la Iniţiativa Starshot, am stabilit că Proxima b este o posibilă destinaţie pentru velele noastre solare. Deşi este de dimensiunea Pământului, exoplaneta telurică Proxima b are îndreptată mereu aceeaşi parte înspre steaua sa. Poate vă amintiţi că fiica mea mai mică îmi spusese că ar trebui să avem două case pe o astfel de planetă, una pe partea unde este mereu zi, cald şi luminos, iar alta pe partea unde este mereu noapte, frig şi întuneric.

Dar o civilizaţie avansată ar putea găsi o soluţie şi mai sofisticată tehnologic. După cum am argumentat într-o lucrare scrisă împreună cu Manasvi Lingam, locuitorii planetei ar putea acoperi partea luminoasă cu celule solare care să genereze suficientă electricitate pentru a lumina şi a încălzi partea întunecată. Dacă ne-am focaliza instrumentele pe o astfel de planetă, variaţiile de lumină de pe suprafaţa sa în timpul rotaţiei în jurul stelei sale ne-ar putea spune dacă a avut loc un astfel de proiect de inginerie

la nivel global şi dacă celulele solare de pe partea luminoasă ar putea produce o culoare şi reflexii distinctive. Pot fi desfăşurate studii pentru căutarea oricăruia dintre aceste fenomene prin monitorizarea luminii şi culorii planetei în timp ce îşi orbitează steaua-gazdă.

Acesta este doar un exemplu al intervalului de semnale pe care le pot căuta arheologii spaţiali dacă îşi vor regla corespunzător instrumentele. Ar putea căuta dovezi ale poluării industriale în atmosfere îndepărtate, după cum ne indică şi planeta noastră. (Într-adevăr, cu câţiva ani înainte ca Oumuamua să apară în sistemul nostru solar am scris o lucrare împreună cu doctorandul meu Henry Lin şi cu expertul în domeniul atmosferic Gonzalo Gonzales despre căutarea poluării industriale în atmosfera exoplanetelor, care ar putea fi o semnătură a civilizaţiilor avansate.) Şi în timp ce contaminarea atmosferei cu o pătură de poluanţi ne-ar putea semnala eşecul unei civilizaţii de a trece de filtru, ne-ar putea semnala şi tentativele unei civilizaţii diferite de a încălzi intenţionat o planetă care ar fi prea rece, ori de a răci o planetă care ar fi prea caldă. Săpăturile astroarheologilor, efectuate la ani-lumină de obiectele de studiu, ar putea include şi căutări ale moleculelor artificiale, cum ar fi clorofluorocarbonaţi (CFC). Mult după ce o civilizaţie şi-a încetat existenţa şi a încetat să trimită deliberat semnale, unele molecule şi efecte de suprafaţă ale industrializării civilizaţiei vor supravieţui în continuare.

Desigur, spaţiul de joacă al arheologiei spaţiale se întinde până la marginea universului. Nu există niciun motiv să ne limităm la căutarea planetelor. Cunoscând acest lucru, unii cercetători şi-ar putea canaliza eforturile pentru a căuta străfulgerări de lumină de la fascicule care străbat cerul la mari depărtări. Asemenea fascicule ar putea indica mijloace de comunicare ale unei civilizaţii sau un mijloc de propulsie. Atunci când omenirea va face paşii necesari pentru a trimite o velă solară în univers folosind metoda pe care echipa mea a conceput-o pentru Iniţiativa Starshot, această tehnologie va duce la nişte străfulgerări de lumină care pot fi văzute de alţii datorită scurgerii de lumină de pe marginea velelor.

Mai mult, am putea căuta roiuri de sateliţi sau megastructuri care ar putea bloca o mare parte din lumina provenită de la stele îndepărtate, acesta fiind un sistem ipotetic cunoscut sub numele de sfera Dyson şi numit după regretatul Freeman Dyson, primul mare fizician care a prevăzut fenomenul. Aceste megastructuri gigantice s-ar putea confrunta cu provocări inginereşti majore, iar dacă ar exista, ar fi nişte rarităţi. Dar mai reprezintă o posibilă soluţie tehnologică pentru a trece de marele filtru şi, având în vedere previziunile, mijloacele şi oportunităţile, o civilizaţie care se află în faţa dispariţiei ar putea să îşi propună să treacă peste aceste

provocări. Însă nu putem afla dacă există asemenea lucruri decât dacă începem să căutăm dovezi ale existenţei lor.

Faptul de a lua în considerare asemenea megastructuri ne obligă să punem o întrebare frecventă la care arheologii spaţiali vor trebui să răspundă, având în vedere că tentativele acestora presupun cu siguranţă existenţa unei inteligenţe superioare. Faptul că un asemenea proiect precum sfera Dyson li se pare oamenilor copleşitor, poate chiar imposibil, ar putea însemna că nu suntem încă suficient de inteligenţi pentru a-l realiza. O civilizaţie mult mai dezvoltată decât a noastră ar putea cu siguranţă să depăşească obstacole care, din punctul nostru de vedere limitat, sunt insurmontabile.

•••

Desfăşurată la capacitate maximă, astroarheologia ne-ar putea face mai modeşti, însă acest aspect ne-ar putea oferi şi cele mai multe recompense.

Dacă acceptăm că suntem cel mai probabil mai puţin avansaţi decât alte civilizaţii apărute înaintea noastră, am putea reuşi să găsim modalităţi prin care să accelerăm propria noastră evoluţie greoaie, o transformare psihologică prin care omenirea ar putea avansa milioane sau poate chiar miliarde de ani.

Există pretutindeni dovezi care ne arată probabilitatea reală ca oamenii să nu fi ajuns la un nivel suficient de ridicat de inteligenţă şi ca alte civilizaţii să-i fi depăşit. Informaţia este la fel de accesibilă ca ziarul, cel mai apropiat ecran sau monitor şi ca fluxul de ştiri pe care îl actualizaţi la nesfârşit. Adevăratul indicator al inteligenţei este promovarea propriei stări de bine, însă comportamentul nostru realizează prea des contrariul. Am constatat că, dacă analizăm atent cele mai importante ştiri din lume, ni se oferă dovada că nu avem cum să fim cea mai deşteaptă specie.

Omenirea s-a concentrat rar pe starea de bine colectivă atât în secolele precedente, cât şi astăzi. În prezent obişnuim să alegem de multe ori beneficiile pe termen scurt în detrimentul celor pe termen lung în cazul unor chestiuni complexe precum energia neutră din punct de vedere al emisiilor de carbon, complicate ca vaccinurile şi evidente precum mersul la cumpărături cu pungi reutilizabile. Şi de peste un secol am transmis unde radio care să dea de veste despre existenţa noastră întregii Căii Lactee, îngrijorându-ne fără încetare că alte civilizaţii ar putea fi mai inteligente şi mai rapace decât noi.

Desigur, coordonarea efortului necesar al omenirii de a oferi universului un mesaj mai nuanţat şi uniform presupune o civilizaţie capabilă de unitate. Istoria omenirii ne dă puţine motive de speranţă în viitor, cel puţin pe termen scurt.

•••

În domeniul incipient al arheologiei spaţiale, pe lângă obţinerea instrumentelor şi a resurselor, va exista şi provocarea fundamentală reprezentată de adoptarea unor abordări care vor spori abilitatea noastră de a ne imagina produsele unor alte civilizaţii mai avansate. Cu alte cuvinte, nu trebuie să permitem experienţei noastre limitate şi prejudecăţilor ce rezultă de aici să ne găsească nepregătiţi intelectual pentru a identifica orice tehnologie extraterestră defectă, aruncată sau trimisă deliberat.

Pentru a-i convinge pe studenţii mei că nu putem permite tradiţionalului să ne spună ce am putea să descoperim, am folosit des analogia cu oamenii peşterilor care au descoperit telefonul mobil modern. Aceasta se aplică sigur în cazul posibilităţii ca omenirea să descopere un fragment dintr-un echipament avansat tehnologic, dezvoltat de o inteligenţă extraterestră. Dacă nu ne pregătim, dacă nu acordăm importanţă arheologiei spaţiale ca ştiinţă, ne-am putea comporta asemenea oamenilor peşterilor şi să ne imaginăm că telefonul nu este altceva decât o piatră mai neobişnuită şi mai strălucitoare. Din cauza incapacităţii de a vedea la distanţă, acei locuitori ar pierde şansa de a face saltul de un milion de ani în viitor.

Un lucru este clar. Dacă socotim că nu există nicio şansă de a găsi dovezi ale unor obiecte artificiale, aşa cum au făcut unii cercetători în cazul lui Oumuamua, dacă civilizaţia umană, cu eforturile, finanţarea şi cercetătorii săi, declară că „niciodată nu a fost vorba de extratereştri", atunci garantăm că nu vom găsi niciodată dovada unor civilizaţii extraterestre. Ca să avansăm trebuie să sfidăm convenţiile şi să evităm prejudecăţile cu privire la ceea ce ne aşteptăm să găsim pe baza experienţei anterioare.

Trebuie să ştim să fim modeşti când vine vorba despre locul şi viitorul nostru potenţial în univers, ca indivizi şi civilizaţie. În cadrul inteligenţei universale, este mult mai probabil statistic să ne aflăm în centrul curbei lui Gauss decât faptul că definim marginea externă a celor mai inteligenţi.

Studenţii de la cursul meu sunt adesea surprinşi să audă banala, dar semnificativa remarcă potrivit căreia „doar jumătate dintre voi sunteţi mai buni decât media acestei grupe". Acelaşi lucru se aplică şi civilizaţiilor. Faptul că am descoperit multe planete asemănătoare cu Pământul, iar până acum nu am găsit nicio dovadă concludentă cu privire la existenţa altor civilizaţii nu trebuie să ne facă să presupunem că civilizaţia noastră şi viaţa terestră sunt singurele cu un viitor luminos asigurat.

În timp ce istoricii se pot întreba dacă trecutul ne oferă o direcţie teleologică de progres, universul ne dă un răspuns clar: istoria universului ne indică o tendinţă de extincţie – a stelelor, a planetelor, a sistemelor solare şi, poate, a universului pe care îl cunoaştem. Căutarea, ca să nu mai

vorbim despre descoperirea tehnologiei extraterestre, ne poate scoate din graniţele noastre limitate, din obiceiul nostru de a privi în viitor cu o generaţie sau două, fără să ne gândim la viitorul civilizaţiei noastre.

•••

Îngăduiţi-mi să ilustrez necesitatea unei noi mentalităţi printr-o anecdotă personală. Am vizitat de şase ori acelaşi oraş universitar din Europa, iar gazdele mele mă tot cazau într-o cameră mică de hotel, unde dădeam cu capul de tavanul înclinat în timp ce făceam duş şi trebuia apoi să mă ghemuiesc în patul meu îngust care nu avea suficient spaţiu pentru a-mi întinde picioarele. Am decis că mă săturasem. Mi-am promis că „data viitoare, voi rezerva o cameră dublă". Aşa am şi făcut.

Însă când am făcut următoarea vizită şi am ajuns la hotel, recepţionistul mi-a spus: „Văd că soţia dumneavoastră nu a putut să ajungă... Voi fi bucuros să vă schimb rezervarea la o cameră single". „În niciun caz, vă rog să mă cazaţi în camera dublă pe care am rezervat-o". Când am povestit asta gazdelor mele şi am întrebat de ce spaţiul este atât de limitat în acest oraş, mi-au răspuns că „în oraş există o regulă conform căreia nicio clădire nu poate fi mai înaltă decât biserica". Asta m-a făcut să pun inevitabila întrebare: „De ce nu faceţi biserica mai înaltă?" La care au răspuns: „Pentru că aşa este de secole".

Inerţia este un lucru puternic. Tinerii îşi imaginează atât la propriu, cât şi la figurat lumi noi, însă ideile lor revoluţionare sunt adesea întâmpinate cu scepticism şi dezaprobare de „adulţii din încăpere" care şi-au pierdut în multe lupte dureroase entuziasmul de a pune realitatea sub semnul întrebării. Aceşti „adulţi" s-au obişnuit cu lucrurile aşa cum sunt şi au ajuns să accepte ce este cunoscut şi să ignore necunoscutul.

A fi tânăr nu ţine de vârsta biologică, ci de atitudine. Datorită ei o persoană este dispusă să deschidă noi graniţe ale descoperirii ştiinţifice, în timp ce alţii încearcă să rămână în graniţele tradiţionale. Dacă devenim cercetători ni se oferă un mare privilegiu de a păstra curiozitatea copilăriei şi de a pune la îndoială noţiunile nejustificate. Dar această posibilitate nu va oferi nimănui nimic dacă oamenii nu se folosesc de ea.

În comunitatea ştiinţifică conservatoare se consideră că viaţa inteligentă există doar pe Pământ şi că ar fi o pierdere de timp şi de bani să căutăm semnale artificiale pe cer sau resturi ale unor civilizaţii dispărute în spaţiul cosmic. Dar aceasta este o modalitate de gândire anchilozată. Noua generaţie de cercetători de astăzi are acces la telescoape care pot da peste cap această noţiune. Aşa cum Copernic a revoluţionat dogma predominantă la acea vreme despre locul nostru în univers, la fel şi generaţia noastră poate sprijini o nouă revoluţie „făcând biserica mai înaltă".

11: Pariul lui Oumuamua

Imaginaţi-vă cum ar arăta viaţa noastră în ziua imediat următoare descoperirii unei confirmări incontestabile a vieţii în alt loc din univers. Să ne gândim pe scurt la ideea ipotetică potrivit căreia Oumuamua ar fi fost descoperit înainte de octombrie 2017 şi că am fi avut posibilitatea să trimitem o navă spaţială cu o cameră care ar fi făcut o fotografie în prim-plan de la o distanţă cât mai mică posibil, demonstrându-ne că acest obiect este fără nicio îndoială o rămăşiţă tehnologică a unei civilizaţii extraterestre.

Acum întrebaţi-vă: ce-ar fi urmat?

Consider că aflarea unor dovezi ale vieţii pe altă planetă ar avea un impact puternic nu doar asupra astronomiei, ci şi asupra psihologiei umane, filosofiei, religiei şi chiar a educaţiei. În timp ce în prezent doar o mică parte din comunitatea ştiinţifică studiază serios probabilitatea existenţei vieţii extraterestre şi căutarea ei, aceste discipline vor deveni obligatorii în programa şcolară când vom afla sigur că nu suntem singuri în univers. Nu va fi o exagerare să presupunem că o asemenea descoperire va influenţa şi modul în care ne comportăm şi interacţionăm, deoarece am putea ajunge să ne considerăm parte a unei singure echipe, omenirea, şi nu ne-am mai face griji şi nici nu ne-am mai război din cauza unor probleme lumeşti precum graniţe geografice şi economii separate.

O asemenea descoperire ne-ar schimba atât în mod fundamental, cât şi mai subtil – şi înclin să cred că, în cele mai multe dintre cazuri, va fi o schimbare în bine.

Având în vedere că pretutindeni există planete locuibile, ar fi culmea aroganţei să considerăm că suntem unici. Cred că de vină este orgoliul insuflat de la o vârstă fragedă. Când fiicele mele erau mici, credeau că sunt speciale. Dar după ce au întâlnit alţi copii şi-au dezvoltat o nouă perspectivă asupra realităţii şi s-au maturizat.

Pentru a face civilizaţia noastră să se maturizeze trebuie să ne aventurăm în spaţiu şi să îi căutăm pe ceilalţi. În cosmos am putea descoperi nu doar că nu suntem singuri, ci şi că nici pe departe nu suntem cei mai inteligenţi. Aşa cum am renunţat cândva să mai credem că Pământul este centrul universului, tot astfel trebuie să începem să acţionăm plecând de la probabilitatea statistică de a nu fi cele mai inteligente fiinţe din câte există. Nu doar că vom fi eclipsaţi intelectual de generaţiile viitoare, dar oamenii

nu sunt singurii creatori ai unei civilizaţii, iar cel mai probabil suntem mai puţin desăvârşiţi faţă de ce a văzut universul până acum.

Un astfel de cadru de înţelegere ne va înzestra cu un sentiment de modestie, iar modestia ne va îmbunătăţi perspectiva asupra locului nostru în univers, mai fragil decât tindem să credem. Şi asta ne-ar putea creşte şansele la supravieţuire. Pe zi ce trece ne jucăm cu soarta civilizaţiei noastre, iar în acest moment şansele ca aceasta să fie de durată par într-adevăr mari.

•••

Să ne gândim ca la un pariu al lui Oumuamua, un pariu similar cu cel propus de matematicianul, filosoful şi teologul francez Blaise Pascal în secolul al XVII-lea. El a formulat faimosul său pariu în felul următor: Oamenii îşi pariază viaţa fie pe existenţa lui Dumnezeu, fie pe inexistenţa Lui. Pascal a argumentat că este mai bine să îţi trăieşti viaţa ca şi cum Dumnezeu există.

Raţionamentul lui Pascal a fost următorul: dacă se dovedeşte că Dumnezeu nu există înseamnă că, de-a lungul vieţii, aţi renunţat doar la câteva plăceri. Totuşi, dacă Dumnezeu *chiar* există, veţi obţine Împărăţia Cerurilor şi recompense nesfârşite. De asemenea, puteţi evita cel mai rău dintre scenariile posibile: o eternitate în iad.

Tot la fel aş putea argumenta şi că omenirea pune la bătaie viitorul atunci când pariază că Oumuamua a fost sau nu o tehnologie extraterestră. Şi cu toate că pariul nostru este în primul rând laic, implicaţiile sale nu sunt mai puţin profunde. Într-un sens foarte tangibil, promisiunea de a paria corect, de a explora stelele în căutarea vieţii pe care ne aşteptăm să o găsim înseamnă Cerul în sine. Un pariu incorect şi o planificare insuficientă, survenită prea târziu, ne-ar putea grăbi dispariţia, mai ales dacă avem în vedere spectrul marelui filtru şi faptul că civilizaţiile care dispun de priceperea tehnologică de a explora universul sunt la fel de vulnerabile în faţa unei dispariţii provocate de propriile răni.

Desigur, aceste pariuri sunt diferite în mod fundamental. De exemplu, pariul lui Pascal necesită un uriaş act de credinţă. Pariul lui Oumuamua necesită doar un mic act de speranţă, mai exact, speranţa de a găsi mai multe dovezi ştiinţifice. Asta ar putea însemna ceva la fel de simplu precum o singură imagine în prim-plan, la rezoluţie mărită, a unui obiect pe care am reuşit să-l fotografiem din depărtare.

Veşnica analiză costuri-beneficii realizată de Pascal l-a obligat să presupună existenţa unei fiinţe divine, omnisciente. Pentru a presupune că Oumuamua reprezintă o tehnologie extraterestră trebuie doar să credem într-o altă formă de inteligenţă.

Mai mult, în timp ce Pascal nu avea decât credinţă, noi avem dovezi şi raţionament, avantaje care măresc şansele ca Oumuamua să reprezinte o tehnologie extraterestră.

Mai există un motiv pentru care consider folositoare compararea acestor pariuri. Am aflat că dezbaterile despre Oumuamua devin adesea religioase. Cred că acest lucru se întâmplă deoarece noi înţelegem că orice inteligenţă suficient de avansată ni se va părea ca o bună aproximare a lui Dumnezeu.

•••

„Vi s-au schimbat într-un fel convingerile religioase sau credinţa în Dumnezeu din momentul în care aţi început să studiaţi astronomia?" Iniţial am rămas nedumerit când un jurnalist de la *New Yorker* m-a întrebat asta într-un interviu despre Oumuamua. De ce să presupun că sunt religios? Am fost şi rămân laic.

Dar am ajuns să înţeleg de unde a pornit această întrebare în timpul unui interviu pentru CNN. Aproape de sfârşitul timpului acordat, jurnalistul m-a întrebat: „La prima întâlnire cu o civilizaţie extraterestră, să credem că vor fi religioşi sau laici?" Probabil că după ce a înţeles că nu pot oferi un răspuns într-o singură propoziţie, a adăugat că nu trebuie să ofer un răspuns, având în vedere timpul limitat.

Dar eu cred că trebuie. Şi, mai important, consider că trebuie să ne gândim la mai multe surse decât cele pe care le avem în legătură cu aspectele de acest gen. Oumuamua ne oferă o posibilitate extraordinară şi noi o întâmpinăm de obicei cu veneraţie.

De-a lungul secolelor, civilizaţia noastră a inventat diferite mijloace pentru a explica lucrurile pe care le venerăm, de la mituri la tehnologii ştiinţifice. De-a lungul timpului, asemenea lucruri au trecut de la categoria „miracole" ale măiestriei umane la lucruri laice. O mare parte dintre acestea pot fi atribuite progreselor în ştiinţă. Dar nicio disciplină a gândirii nu este lipsită de dogme, iar acest lucru este valabil atât pentru oameni de ştiinţă, cât şi pentru teologi.

Gândiţi-vă cum ar reacţiona o persoană laică la întrebarea pe care mi-a pus-o jurnalistul de la CNN. În primul rând, ar putea susţine în câteva cuvinte că persoanele religioase sunt de regulă mai etice – ghidate probabil de nişte valori nobile sau respectând nişte directive conform cărora cei blânzi ar trebui să stăpânească universul. La urma urmei, majoritatea religiilor din lume ne învaţă o serie de sisteme de valori abstracte pe care adepţii le urmează, fie de teamă să nu fie pedepsiţi de entitatea divină, fie din interese de natură socială. O persoană laică ar îngădui chiar existenţa mai multor religii, cum ar fi jainismul care promovează explicit non-violenţa.

Însă această persoană va remarca faptul că până şi o trecere rapidă în revistă a istoriei religiei ne va pune pe gânduri. Dacă ar fi să alegem un exemplu aleatoriu, să ne amintim invazia spaniolă din America Centrală şi de Sud din secolul al XVI-lea. Mânat de ura faţă de idolatrie, preotul romano-catolic Diego de Landa Calderón a ars într-un imens autodafe mii de manuscrise sau codice mayaşe, distrugând astfel o mulţime de texte pe care cercetătorii de astăzi nu le mai pot studia. „Am găsit o mulţime de cărţi scrise cu aceste caractere, şi din moment ce nu am putut găsi nimic în ele care să nu fie considerat o superstiţie sau o plăsmuire a diavolului, le-am ars pe toate", a spus preotul. Am putea avea dreptul să fim îngrijoraţi dacă ne-am închipui că prima noastră întâlnire cu extratereştrii sau cu tehnologia acestora va semăna cu Inchiziţia Bisericii Romano-Catolice şi cu practicile care au urmat sosirii în 1519 a lui Hernán Cortés în capitala Imperiului Aztec, Tenochtitlán.

Dar să ne gândim cum ar putea răspunde o persoană credincioasă când va fi întrebată dacă „la prima întâlnire cu o civilizaţie extraterestră, aceştia vor fi religioşi sau laici?" Fără îndoială, ştiinţele au îmbunătăţit periodic speranţa de viaţă şi au redus sărăcia extremă, inclusiv ştiinţele sociale, cum ar fi economia. Însă presupunerea că am prefera o civilizaţie laică şi ştiinţifică naşte întrebări la fel de banale.

Gândiţi-vă la un secol recent, secolul XX. Atât Primul Război Mondial, cât şi al Doilea Război Mondial s-au numărat printre cele mai sângeroase conflicte din istoria omenirii şi au reprezentat o dispută laică pentru graniţe, resurse şi putere. În acelaşi secol, eugenia, ştiinţa care presupune un control al reproducerii oamenilor cu scopul îmbunătăţirii speciei, a propagat rasismul în Statele Unite şi a încurajat Holocaustul în Germania nazistă. Mai mult, cel mai măreţ experiment laic al secolului XX, Uniunea Sovietică, cerea ca progresele ştiinţifice să se conformeze ideologiei comuniste. Cu siguranţă că şi ştiinţa este supusă ortodoxismului, autoritarismului, ba chiar violenţei.

Cred că toată dificultatea stă în întrebarea pe care a pus-o jurnalistul. Acesta a învăţat lecţia greşită din dovezile pe care ni le-a oferit singura civilizaţie care poate fi studiată, a noastră. Dacă punem problema la scara întregii civilizaţii, „religios sau laic?" poate fi o falsă dihotomie. Raportându-ne la istoria recentă şi îndepărtată a omenirii, orice inteligenţă extraterestră pe care o întâlnim va fi probabil atât religioasă, cât şi laică, iar acest lucru nu este neapărat un motiv de îngrijorare.

Să ne imaginăm prima zi după ce vom descoperi viaţă extraterestră în univers. Mai există o predicţie pe care o pot face cu încredere: când vom şti sigur că nu suntem singuri în univers, toate religiile omenirii şi toţi

cercetătorii, chiar şi cei mai conservatori, vor găsi modalităţi de a se obişnui cu acest lucru.

Speranţa mea nu este că prima formă de inteligenţă extraterestră pe care o vom întâlni va fi religioasă sau laică, ci modestă, nu arogantă. Acest lucru va defini întâlnirea ca o experienţă reciprocă din care vom avea ce învăţa, prin care ambele părţi îşi îmbogăţesc legăturile, nu ca un conflict inutil condus de interese proprii şi urmat de o luptă acerbă pentru dominare. Bineînţeles, această speranţă se extinde asupra modului în care trebuie să explorăm spaţiul pe măsură ce ne apropiem de avanposturi îndepărtate şi pe măsură ce vom lua în considerare înfiinţarea propriilor noastre aşezări, micul nostru Beit Hanan printre stele. Pe măsură ce înaintăm şi mai mult în univers, responsabilitatea noastră morală şi modestia trebuie să respecte standarde mai înalte decât cele pe care le avem pe Pământ.

Cât despre omenire, religia, dar şi ştiinţa ne-au întărit modestia şi aroganţa pe parcursul întregii noastre istorii. Este culmea aroganţei să excludem ceea ce poate fi avut în vedere în mod raţional, însă de vină sunt ochelarii de cal intelectuali, fie că sunt fabricaţi de teologi, fie de cercetători. Ambele domenii şi-au încurajat ocazional practicienii să poarte asemenea ochelari, limitându-le gândurile şi forţându-i să urmeze nişte căi bătătorite în cercetare.

Mai trebuie admis şi că atât ştiinţa, cât şi teologia au încurajat ocazional adepţii să facă exact opusul, să dea la o parte ochelarii de cal şi să fie deschişi la ce este nou, controversat şi neaşteptat. Aici găsesc motive de speranţă.

În primul rând, s-ar putea ca membrii oricărei civilizaţii extraterestre să fie la fel de uimiţi să ne întâlnească pe cât suntem noi. Şi ei vor fi privit în abisul cosmosului timp de câteva generaţii; şi ei vor înţelege că universul abundă de planete unde poate exista viaţă, şi cu toate acestea viaţa în univers pare o mare raritate.

În al doilea rând, este foarte posibil să îşi facă griji despre cum vor fi primiţi de specia noastră, aşa cum ne-am putea îngrijora şi noi în legătură cu intenţiile lor. Indiferent de informaţiile de care ar dispune despre viaţa pe Pământ, acestea vor fi parţiale şi învechite. Aşa cum astronomii tereştri privesc înapoi în timp când privesc în spaţiu, tot astfel fac şi astronomii extratereştri. Până la urmă legile fizicii se vor aplica şi tehnologiilor omologilor noştri extratereştri, la fel de mult cum ni se aplică şi nouă, iar pe baza a tot ce am aflat până în prezent, acest lucru ne va sugera că distanţele parcurse vor încuraja modestia. Să presupunem că toate mijloacele de transport interstelare sunt făcute să călătorească într-o direcţie. Cel mai probabil, acelaşi lucru se va aplica şi extratereştrilor.

În al treilea rând, îmi imaginez că printre formele de inteligenţă extraterestră pe care le vom întâlni în cele din urmă vor exista şi câţiva existenţialişti. Nu cred că este un concept fantastic. Aşa cum istoria intelectuală a omenirii a făcut posibil ca şcolile de gândire existenţialiste să înflorească pe Pământ, transmiţându-ne ce s-a întâmplat după ea, bănuiesc că acelaşi lucru va fi valabil şi pentru inteligenţa extraterestră. La fel ca noi, consider că ei îşi petrec probabil toată viaţa pentru a desluşi cele mai complicate mistere ale civilizaţiei, acelea care nu pot face în niciun fel trecerea de la miraculos la lumesc.

Nu există mister mai fundamental decât sensul vieţii. Unii dintre noi ajung în rolul lui Hamlet, unii dintre noi în rolurile lui Rosencrantz şi Guildenstern, dar cu toţii experimentăm senzaţia de a păşi pe o scenă fără să avem un scenariu. Cred că rareori un om sau o fiinţă conştientă nu caută răspunsul la întrebarea: Care este sensul a toate acestea?

În tinereţe am apelat la filosofii existenţiali pentru îndrumare, în special la Albert Camus. Printre operele sale care m-au impresionat se numără *Mitul lui Sisif.* Conform mitologiei greceşti, Sisif a fost pedepsit de zei şi a fost condamnat să împingă veşnic un bolovan greu pe un deal, pentru ca mai apoi să se rostogolească din nou la vale, imediat ce a fost adus aproape de vârf. Camus considera că mitul este o analogie pentru condiţia absurdă a omului, prins într-un ciclu perpetuu pe măsură ce încearcă să înţeleagă o lume inexplicabilă. Camus găsea absurdă circumstanţa comună a vieţii inteligente de a trăi şi de a muri fără a şti de ce. Cred că şi alte fiinţe inteligente cărora le pasă, ca şi nouă, de limitările intelectuale vor ajunge cu siguranţă la aceeaşi concluzie: viaţa este absurdă.

Este greu să rămâi arogant în faţa absurdului. Umilitatea este o poziţie mult mai potrivită. Cu cât vedem mai mult dovezi ale unei omeniri umile când se confruntă cu ceva extraordinar, cu atât mai multe motive vom avea să considerăm că şi civilizaţiile extraterestre vor face la fel.

De-a lungul istoriei noastre, oamenii au luptat repetat pentru cauze care i-au inspirat mult mai mult decât viaţa lor privată. De obicei este vorba despre cauze care au legătură cu preocupări terestre, cum ar fi apartenenţa naţională sau religia. Dacă ar fi să luăm alt exemplu la întâmplare, în al Doilea Război Mondial soldaţii japonezi erau dispuşi să-şi sacrifice viaţa pentru împăratul lor, Hirohito. Dar având în vedere descoperirea recentă că în universul nostru există aproximativ un zetta (sau 1 000 000 000 000 000 000 000) de planete locuibile care pot fi observate, statutul împăratului nu poate fi mai însemnat decât cel al unei furnici care duce un grăunte de nisip pe o plajă foarte mare. Şi ceea ce se aplică pentru împărat se aplică la fel de mult unui soldat sau oricărui altcuiva de pe Pământ.

Ne-ar prinde bine să ne ridicăm privirea şi să privim dincolo de acel grăunte de nisip.

Poate că în loc să ne comportăm ca nişte mari actori în nişte roluri mici, ar trebui să acceptăm perspectiva spectatorilor şi să ne bucurăm pur şi simplu de spectacolul ameţitor din jurul nostru. Aşa cum ne oprim să mirosim trandafiri (sau să examinăm scoici), sunt multe lucruri de care spectatorul se poate bucura, atât pe Pământ, cât şi dincolo de acesta. Dacă spectacolul bogat al evenimentelor de pe planeta noastră nu ne insuflă suficient de multe lucruri, putem utiliza telescoape pentru a fi martorii unei game mult mai largi de drame. Observatorul Vera C. Rubin, care coordonează Legacy Survey of Space and Time, un proiect de zece ani menit să fotografieze în mod repetat mai mult de jumătate din cerul nocturn, va livra timp de un deceniu cinci sute de petabiţi de imagini din mediul nostru cosmic. Sper ca unul dintre rezultatele cercetării să fie un nou serviciu de abonare la servicii de streaming media, unul care să emită în întregul univers.

Desigur, nu toţi putem rămâne spectatori. Unii dintre noi îşi doresc să schimbe lucrurile. Există o mulţime de modalităţi de a contribui, şi eu voi susţine întotdeauna că nicio altă îndeletnicire nu aduce o contribuţie atât de mare ca ştiinţa, însă asta ne poate fi de folos dacă vom stabili un obiectiv proporţional cu capacitatea noastră de a rămâne uimiţi şi de a spera.

•••

Reflecţia la valorile altor civilizaţii ne va permite în cele din urmă să le înţelegem şi să le perfecţionăm pe ale noastre. Din acest efort face parte şi ceea ce ne va oferi pariul lui Oumuamua.

Dacă vom paria că omenirea a luat contact recent cu tehnologia extraterestră, atunci curând tot ceea ce căutăm şi ne aşteptăm să găsim în univers se va schimba fundamental. La fel se vor schimba şi acele lucruri pe care dorim să le realizăm, fapt ce va aduce o schimbare nu doar în lumea noastră, dar şi în univers în general. Trăiţi-vă viaţa ca şi cum aţi şti că există şi altă viaţă decât a noastră în univers, şi atunci vom redefini unele dintre misiunile pe care le are omenirea.

Am fost mereu însufleţit de dorinţa de a înţelege ceva nou despre univers, ceva care ar putea schimba perspectiva noastră cosmică şi ar putea stimula aspiraţiile noastre spaţiale. Eu îmi atribui un sens vieţii din perspectiva de spectator a astronomului cu scopul de a motiva noile provocări pentru civilizaţia noastră pe scena cosmică. Având în vedere numeroasele noastre realizări inginereşti de pe Pământ, o perspectivă mai largă ne-ar putea determina să dezvoltăm noi tehnologii, să ne punem noi

întrebări, să înfiinţăm noi discipline şi să ne raportăm la rolul nostru într-un habitat mai mare.

Dintre toate datele astronomice, descoperirea vieţii extraterestre ar putea avea cel mai mare impact asupra perspectivei noastre mai largi. Şi ce-ar fi dacă am fi realizat deja acea descoperire? Ce-ar fi dacă, la fel ca multe alte descoperiri ştiinţifice care ne schimbă profund felul în care ne raportăm la mediul înconjurător şi la locul pe care îl avem în acesta, singurul lucru care ne opreşte să căpătăm o perspectivă mai largă este propria noastră şovăială în a accepta cu optimism pariul lui Oumuamua?

Principalul beneficiu al unei întâlniri cu fiinţe superioare ar fi oportunitatea de a le pune întrebarea care ne frământă de secole: care este sensul vieţii? Sper să trăiesc suficient de mult ca să rămân prim preajmă pentru a afla răspunsul obţinut de pe urma unor milenii de cunoştinţe ştiinţifice dobândite. Dar în acelaşi timp îmi fac griji că ritmul în care se va apropia omenirea de răspuns va fi încetinit de aroganţa noastră care ne-a făcut să ne fie mai uşor să ne agăţăm de grăuntele de nisip decât să ne ridicăm privirea spre stele.

12. Seminţe

Dacă, atunci când ne vom confrunta cu pariul lui Oumuamua, vom decide că obiectul este mai degrabă un produs al inteligenţei extraterestre decât o rocă ciudată, atunci apare o nouă întrebare: Cât de mult avem de gând să pariem?

Pentru început, să ne gândim la cel mai puţin ambiţios pariu pe care omenirea l-ar putea face, şi anume să acceptăm pur şi simplu că am ratat oportunitatea de a investiga corespunzător primul călător interstelar pe care omenirea l-a văzut vreodată, şi să ne propunem să fim mai bine pregătiţi pe viitor pentru a nu-l rata pe următorul. Pregătirea ar putea continua pe mai multe piste, inclusiv găsirea unei modalităţi de a obţine o imagine a următorului obiect anormal care trece prin sistemul nostru solar, sau poate chiar capturarea obiectului în sine. Dar pregătirea ar implica şi creşterea capacităţii intelectuale şi tehnologice de a studia şi de a înţelege ce găsim. Rezultatele unui pariu atât de modest sunt uluitor de contemplat – descoperirea tehnologiei unei alte civilizaţii ne-ar putea ajuta să atingem obiective la care tindem de mult timp.

Astroarheologia ar putea fi o asemenea iniţiativă, însă eforturile noastre nu ar trebui să se oprească aici.

Dacă vom lua în serios ipoteza că la originea lui Oumuamua stă tehnologia extraterestră, atunci va trebui să procedăm la fel şi cu provocările cu care ne vom confrunta la următoarea noastră întâlnire cu tehnologia sau cu viaţa extraterestră. Odată ce vom găsi dovezi concludente ale vieţii extraterestre în univers, va exista în mod previzibil o dezbatere internaţională despre posibilitatea şi felul în care să reacţionăm. Cum să ne pregătim pentru această dezbatere? Cum să anticipăm şi să planificăm comunicarea pe care SETI o caută de zeci de ani sau orice alte dovezi de inteligenţă extraterestră?

Dacă pariem că Oumuamua a fost o rocă neobişnuită şi nimic mai mult, în ziua în care vor apărea mai multe dovezi, ne vom *întrece* să concepem instrumentele necesare. Primul va fi probabil domeniul academic al „astrolingvisticii" care se va confrunta cu provocarea de a defini mijloacele intergalactice de comunicare. Vor urma alte domenii, cum ar fi „astropolitica", „astroeconomia", „astrosociologia", „astropsihologia" şi aşa mai departe.

Dacă pariem că Oumuamua are la origine o tehnologie extraterestră, vom începe chiar de *mâine* să înființăm asemenea domenii.

Există și alte pariuri, relativ simple, pe care le-am putea face cu privire la originile lui Oumuamua drept tehnologie extraterestră. De exemplu, după ce vom descoperi cu exactitate că nu suntem singuri în univers, vom afla rapid și că dreptul internațional terestru existent nu ne oferă niciun cadru pus la punct pentru a reacționa la o întâlnire extraterestră. Într-adevăr, printre cele mai umile dintre pariurile optimiste pe care le-ar putea face omenirea cu privire la originea lui Oumuamua drept tehnologie extraterestră ar fi înființarea de protocoale internaționale și supravegherea eforturilor de căutare și găsire a dovezilor vieții extraterestre, precum și comunicarea cu o inteligență extraterestră, cel mai probabil sub egida Națiunilor Unite. Chiar și un tratat incipient la care pot conveni toți semnatarii tereștri ar oferi un cadru astfel încât să putem lua măsuri, ca specie, la întâlnirea cu o formă de inteligență matură, aflată cu câteva miliarde de ani înaintea noastră.

Care ar fi cel mai ambițios pariu pe care omenirea l-ar putea pune pe Oumuamua? Ar fi ceva suficient pentru a asigura supraviețuirea vieții terestre.

Un pariu mai ambițios ar fi să învățăm din ceea ce ne imaginăm că ar fi încercat o civilizație mai dezvoltată. Pentru a face acest salt științific și a recunoaște că Oumuamua este o tehnologie extraterestră trebuie să dăm omenirii acel ghiont pentru a gândi ca o civilizație care ar putea lăsa o baliză sub formă de velă solară să intre în sistemul nostru solar. Asta ne determină nu doar să ne imaginăm o navă extraterestră, dar și să o construim.

Pe navele spațiale extraterestre ar putea exista roboți echipați cu imprimante 3D și inteligență artificială care ar putea utiliza materii prime extrase din altă parte ca să creeze obiecte artificiale bazate pe planurile de pe planeta lor de origine. Prin acest lucru se evită catastrofele dintr-un anumit loc realizând copii ale obiectelor originale în altă parte. Avantajul imprimării 3D a formelor de viață pe baza unor materii prime pe o planetă-țintă este că sistemele biologice cu ADN pe care le cunoaștem trăiesc o perioadă de timp finită. Chiar și componentele vieții care au fost păstrate în cele mai bune condiții se pot dezintegra în câteva milioane de ani. Utilajele capabile să construiască viața, odată ce ajung la destinație, pot dura mult mai mult.

Poate că ar trebui să lucrăm în aceleași direcții chiar înainte de a obține dovezi concludente că nu suntem singura sau chiar cea mai inteligentă formă de viață din univers.

În copilărie căutam acele globuri cu puf de păpădie, le apropiam de față și suflam cât de tare puteam. Semințele se împrăștiau pretutindeni, așa cum și-

a propus natura. Două săptămâni mai târziu am văzut cum seminţele încolţeau din pământ. Ar putea civilizaţiile să se salveze de la dispariţie făcând ceva similar? Ar fi posibil ca nişte civilizaţii extraterestre să fi încercat deja? Şi ar putea fi asta modalitatea de a salva viaţa în univers?

Să ne amintim de uşoara deviere a lui Oumuamua de pe direcţie, care nu putea fi explicată doar de gravitaţia Soarelui. Altceva l-a împins, iar eu am formulat ipoteza că acest altceva este forţa luminii solare proiectate asupra unei vele solare extraterestre. Dar chiar presupunând că obiectul a fost proiectat special în acest scop, el s-a abătut doar uşor. Motivul este că forţa Soarelui abia este capabilă să accelereze un vehicul cu vele solare la o miime din viteza luminii, chiar şi dacă acesta îşi începe călătoria la o distanţă de zece raze solare (adică apropierea maximă la care a reuşit să ajungă până acum un vehicul spaţial, sonda solară *Parker,* nava spaţială robotică lansată în 2018 pentru a studia coroana Soarelui). Am avea nevoie de o forţă mult mai mare pentru a propulsa un număr suficient din seminţele noastre de viaţă terestră în univers. Ceva care seamănă mai puţin cu o radiaţie a Soarelui nostru şi mai mult cu o stea care explodează într-o supernovă.

O stea care explodează ar avea o luminozitate echivalentă cu un miliard de sori care strălucesc timp de o lună. O velă solară care cântăreşte mai puţin de un gram per metru pătrat ar putea atinge aproape viteza luminii dacă ar fi propulsată de o astfel de explozie, chiar şi dacă s-ar afla la o distanţă de steaua care a explodat de o sută de ori mai mare decât cea dintre Pământ şi Soare. Acest lucru ar permite navei noastre „păpădie" să ajungă în zone ale universului la care deocamdată putem doar visa, extinzând astfel numărul de planete posibile unde seminţele vieţii şi-ar putea găsi o casă.

Pentru a vă face o idee despre cum ar putea funcţiona acest lucru în realitate, imaginaţi-vă o civilizaţie care se află în apropiere de Eta Carinae, o stea masivă cu o luminozitate de cinci milioane de ori mai mare decât a Soarelui. Pentru a asigura o continuitate a vieţii, civilizaţia respectivă ar putea parca numeroase vele solare în jurul stelei şi va aştepta în mod inteligent să explodeze, ceea ce ar lansa aceste vele aproape cu viteza luminii, la costuri minime.

O astfel de civilizaţie ar fi putut atinge un nivel de răbdare sau de extravaganţă pe care omenirea nu l-a atins – încă. Stelele masive trăiesc milioane de ani, şi momentul exploziei lor este greu de preconizat. De exemplu, Eta Carinae are o durată de viaţă de câteva milioane de ani. Preconizarea cu o precizie de câteva milenii a morţii acesteia echivalează cu prevederea morţii cuiva la un an după atingerea speranţei medii de viaţă.

O asemenea civilizaţie ar fi trebuit să planifice din timp, cu o precizie pe care omenirea nu a avut-o niciodată. Deşi vela solară ar putea fi

transportată la destinaţie, în jurul unei stele bătrâne înainte de explozie, cu ajutorul unor rachete chimice ieftine, această călătorie ar putea dura milioane de ani dacă am utiliza acel mod primitiv de propulsie.

Însă tocmai chibzuinţa şi răbdarea prezintă cele mai mari obstacole. Deşi formidabilă, tehnologia poate fi realizată. Cunoaştem din modelarea realizată pentru Starshot că velele trebuie să fie extrem de reflectorizante pentru a nu absorbi prea multă căldură şi a lua foc. Mai putem stabili şi cum să construim o astfel de navă pentru a evita pericolul să fie respinsă de lumina strălucitoare a stelelor înainte de explozie. Şi pentru ca aceste nave să nu accelereze pe trasee presărate cu rămăşiţe stelare, ar trebui proiectate să se plieze ca un ac pentru a reduce la minimum daunele, forţa de frecare şi, astfel, numărul acestor nave să crească substanţial.

Ar fi unul dintre cele mai mari pariuri sigure ale civilizaţiei. Aceste mici vele solare care, teoretic, ar putea număra câteva trilioane, construite pentru a salva componentele vieţii, ar putea acţiona ca nişte seminţe latente la o distanţă uriaşă de o stea bătrână, în aşteptarea inevitabilului. Chiar dacă civilizaţia care le-a amplasat acolo nu poate trece de marele său filtru devenind o supernovă, steaua ar putea răspândi în univers posibilitatea de continuare a vieţii, aşa cum fac şi seminţele unei păpădii.

Desigur, nu este nevoie să avem chiar atâta răbdare. Din punct de vedere tehnologic există posibilitatea ca omenirea să folosească lasere puternice care ar putea fi mult mai eficiente decât Soarele în propulsarea velelor solare în spaţiul interstelar. Aceasta este cu siguranţă principala propunere a Iniţiativei Breakthrough Starshot: un fascicul laser care ar produce zece gigawaţi de energie pe metru pătrat ar fi de zece milioane de ori mai luminos decât lumina solară a Pământului şi ar fi capabil să trimită în spaţiu un vehicul cu vele solare la o viteză de câteva zeci de ori mai mare decât cea a luminii.

Fără îndoială, acest lucru ar necesita o investiţie majoră. Dar în momentul în care vom afla că nu suntem singuri, că aproape sigur nu suntem cea mai avansată civilizaţie care a existat vreodată în cosmos, ne vom da seama că am cheltuit mai multe fonduri pentru a dezvolta mijloace de a distruge viaţa de pe planetă decât ar costa să o salvăm. Dacă ne raportăm la pariul lui Oumuamua am putea ajunge la concluzia că existenţa perpetuă a omenirii îşi merită cheltuiala.

•••

În acest moment depindem de un singur lucru – de Pământ. Drept urmare, omenirea şi civilizaţia noastră sunt foarte vulnerabile în faţa unei catastrofe. Am putea să ne ferim de acest risc dacă vom răspândi mai multe copii ale materialului nostru genetic prin univers.

Acest efort ar semăna cu revoluţia pe care a provocat-o inventarea tiparului, cea care i-a permis lui Johannes Gutenberg să multiplice exemplare ale Bibliei şi să le distribuie în Europa. Imediat ce au fost realizate suficient de multe exemplare ale cărţii, fiecare exemplar şi-a pierdut valoarea sa unică de esenţă preţioasă.

În mod similar, imediat ce vom învăţa să producem viaţă sintetică în laboratoarele noastre, „imprimante de ADN Gutenberg" ar putea fi distribuite pentru a produce cópii ale genomului uman din materii prime pe suprafaţa altor planete. Nicio copie nu ar fi esenţială pentru păstrarea informaţiilor genetice ale speciei noastre; mai degrabă aceste informaţii ar putea exista în mai multe cópii. Acum, când scriu, colegii mei de la Harvard şi din alte părţi lucrează cu sârguinţă pentru a pune acest miracol pe lista realizărilor omeneşti. Aşa cum fizica a avut de câştigat de pe urma experimentelor de laborator care au dezvăluit legile care guvernează universul, aceşti cercetători încearcă să creeze viaţă sintetică în laborator şi să descopere multitudinea de modalităţi chimice care ar putea da naştere vieţii. De exemplu, Laboratorul Szostak, condus de laureatul Premiului Nobel cu acelaşi nume, Jack Szostak, construieşte un sistem celular sintetic care evoluează, se reproduce şi păstrează informaţiile genetice conform mecanismelor prezentate de Charles Darwin în 1859. Szostak şi echipa sa se concentrează pe crearea unei protocelule capabile să se reproducă şi să varieze, ceea ce înseamnă că ar putea evolua. Aceştia speră că procesul va duce la apariţia spontană a unor catalizatori codificaţi genomic şi a unor molecule structurate.

Dacă va funcţiona, această realizare ne va conduce spre cele mai bune ţinte cereşti în demersul nostru de căutare astronomică a vieţii, arătându-ne în ce condiţii poate apărea viaţa. Dar s-ar putea şi să ne înveţe mai multe despre noi înşine ca forme de viaţă şi să ne ofere o doză de modestie atât de necesară în acest proces.

Să ne gândim că există o grămadă de reţete în cărţile de bucate care au aceleaşi ingrediente, dar în funcţie de timpul şi de felul în care sunt amestecate şi încălzite aceste ingrediente, obţinem prăjituri diferite. Unele prăjituri sunt mai gustoase decât altele. Nu există niciun motiv să credem că viaţa pe Pământ, care a apărut în circumstanţe aleatorii, a fost optimă. Ar putea exista şi alte căi de a obţine prăjituri mai bune.

Posibilitatea ca omenirea să producă viaţă sintetică în laborator ne face să ne punem nişte întrebări interesante despre propria noastră origine. Suntem rezultatul exclusiv al evoluţiei terestre? Ori am primit o mână de ajutor, precum protocelulele dezvoltate în laboratoare universitare?

•••

Într-o cuvântare din 1871 adresată Asociaţiei Britanice pentru Progresul Ştiinţei, marele fizician şi matematician Lord Kelvin a susţinut că viaţa de pe Pământ ar fi fost adusă de meteoriţi.

Ideea lordului Kelvin nu era una originală. Ea fusese susţinută şi de grecii antici, dar şi alţi cercetători europeni studiaseră această posibilitate cu câteva decenii înainte de discursul lordului Kelvin. Dar după cuvântarea susţinută de Kelvin în faţa asociaţiei, în 1871, ideea avea să fie ignorată încă un secol, în ciuda interesului din secolul al XIX-lea.

Cu toate acestea, în următoarele două decenii, teoria panspermiei – ideea că viaţa a ajuns pe alte planete locuibile cu ajutorul meteoriţilor, cometelor sau prafului spaţial – a căpătat şi mai multă atenţie, pe măsură ce cercetările ştiinţifice au confirmat ipoteza că anumiţi meteoriţi descoperiţi pe Pământ aveau origini marţiene.

Imediat ce am început să căutăm aceşti meteoriţi de pe Marte, am găsit şi mai mulţi. Am aflat că ALH84001, un meteorit marţian descoperit în Antarctica în 1984, nu a atins niciodată temperaturi mai mari de 40 de grade Celsius după ce a fost ejectat de suprafaţa lui Marte. Până în prezent au fost identificate peste o sută de asemenea obiecte aterizate de pe Marte. Dacă a existat vreodată viaţă pe Planeta Roşie, cu siguranţă a avut ocazia de a ajunge pe Pământ şi de a supravieţui.

Lucrurile devin şi mai interesante dacă ne gândim că toţi cercetătorii cad de acord că Pământul nu era locuibil până acum aproximativ patru miliarde de ani, şi totuşi s-au găsit dovezi ale vieţii cu 3,8 miliarde de ani în urmă. Cercetătorii s-au întrebat cum este posibil ca evoluţia darwinistă să fi produs atât de repede viaţă bazată pe ADN? Ştim că biologia terestră este egoistă. Adaptările selective şi spontane care cresc posibilitatea vieţii de a persevera sunt piatra de temelie a biologiei darwiniste. Scopul vieţii este supravieţuirea, ceea ce presupune răspândirea. Cât de plauzibil este ca viaţa să fi folosit panspermia pentru a se răspândi şi a-şi asigura supravieţuirea?

În 2018 am publicat, împreună cu cercetătorii mei postdoctorali Idan Ginsburg şi Manasvi Lingam, un articol intitulat „Galactic Panspermia” („Panspermie galactică”) în care am prezentat un model analitic pentru a estima numărul total de obiecte din rocă sau gheaţă care ar putea fi capturate de sisteme planetare din galaxia Calea Lactee şi ar duce la panspermie, dacă ar găzdui viaţă.

Ne-am gândit mai întâi dacă am putea fi marţieni. Pentru ca viaţa pe Pământ să fi venit de pe Marte, Planeta Roşie ar fi trebuit să fie lovită de un asteroid sau de o cometă cu o forţă suficient de mare ca materialul să fie ejectat în spaţiul interplanetar şi să ajungă până pe Pământ. Şi, cel mai

important, orice viaţă de la bord ar fi trebuit să supravieţuiască unui voiaj interplanetar, dar şi ejectării şi aterizării.

Într-adevăr, Marte a fost lovit de trilioane de ori de rămăşiţe spaţiale mai mari decât un om de-a lungul miliardelor de ani de existenţă. Multe impacturi au dus la temperaturi şi presiuni de şoc care ar putea ucide garantat componentele de bază ale vieţii, agăţate încă de rocile ejectate. Dar ca şi în cazul meteoritului marţian ALH84001, unele materiale ejectate nu au depăşit temperatura de fierbere a apei, permiţând unor microorganisme să supravieţuiască. Ceea ce înseamnă că, dacă ar exista viaţă marţiană, aceasta ar trăi în continuare pe rocile aruncate în spaţiu de impacturi mai blânde. Cercetătorii estimează că Marte a ejectat miliarde de astfel de fragmente, obiecte cu temperaturi suficient de joase pentru a permite vieţii să supravieţuiască.

Dar chiar şi în cazul în care microorganismele ar supravieţui la ejectarea de pe Marte, cât de plauzibil este să supravieţuiască unei călătorii? Au existat dezbateri aprinse pe această temă, mai ales cu privire la întrebarea cât de letale sunt razele ultraviolet pentru bacterii. Însă s-au descoperit bacterii radiorezistente cu o toleranţă extremă la radiaţii ultraviolet şi ionizare, iar aceste tulpini ar putea supravieţui unei astfel de călătorii. (De fapt, unele bacterii terestre prezintă o astfel de rezistenţă la UV şi la radiaţii, astfel încât, cel mai probabil, ele provin de pe Marte.) Mai mult decât atât, cantitatea ipotetică de bacterii supravieţuitoare creşte dacă presupunem că acestea au călătorit în interiorul unui meteorit sau al unei comete într-un mod care să le protejeze de radiaţia UV. Un astfel de scut din rocă ar putea avea o grosime de câţiva centimetri. Şi alte studii au demonstrat că sporii bacteriei *Bacillus subtilis* pot supravieţui în spaţiu vreme de şase ani. Alte bacterii pot trăi o perioadă mult mai mare, care poate ajunge la milioane de ani. Cercetătorii au mai formulat o ipoteză conform căreia o colonie de bacterii se poate acoperi cu o biopeliculă care ar spori şi mai mult protecţia acestor organisme împotriva radiaţiilor dăunătoare.

În alt articol, am calculat împreună cu doctorandul meu Amir Siraj că bacteriile din atmosfera Pământului ar fi fost adunate de obiecte care au trecut la doar cincizeci de kilometri deasupra nivelului mării şi care apoi au ieşit din sistemul nostru solar. Un asemenea obiect spaţial interstelar ar semăna cu o linguriţă care trece prin spuma unui cappuccino, numai că în acest caz şi-ar continua existenţa purtând urmele vieţii terestre. Am descoperit că miliarde de astfel de „linguriţe" au amestecat atmosfera Pământului pe parcursul duratei de viaţă a planetei.

Ar fi supravieţuit bacteriile călătoriei? Se ştie foarte bine că piloţii avioanelor de vânătoare cu greu pot supravieţui manevrelor la o acceleraţie

mai mare de 10 g, unde *g* este accelerația gravitațională a Pământului. Însă obiectele din apropierea Pământului ar aduna microbii la accelerații de *milioane* de g. Ar putea supraviețui acestui șoc? Posibil. S-a dovedit că microbi precum *Bacillus subtilis, Caenorhabditis elegans, Deinococcus radiodurans, Escherichia coli* și *Paracoccus denitrificans* pot supraviețui la accelerații mai mici doar cu un ordin de mărime. Se pare că acești astronauți în miniatură sunt mult mai potriviți pentru a întreprinde o călătorie spațială decât cei mai buni piloți umani. Ar putea supraviețui impactului cu suprafața Pământului cu condiția ca interiorul lor să nu fie supra-încălzit, similar cu roca marțiană ALH84001.

Aceste date ne arată că nu putem respinge posibilitatea de a avea o origine marțiană. Dar am putea avea și origini mai îndepărtate de atât? Ar putea sursa originală a vieții de pe Pământ să fie interstelară sau intergalactică, fie și cu o escală pe Marte? Da. După o analiză riguroasă a eficienței panspermiei, colegii mei au stabilit că există un spațiu-parametru care permite galaxiei să fie saturată de obiecte purtătoare de viață. Deoarece obiectele cu viteze mai mici au șanse mai mari să fie capturate de câmpul gravitațional al unei planete și având în vedere că unele bacterii pot supraviețui milioane de ani, am estimat că există o mare probabilitate ca un obiect purtător de viață să se ciocnească de o planetă. Într-adevăr, plasând evenimentele de împrăștiere gravitațională în centrul galactic al Căii Lactee, am prognozat că materialele de rocă ar putea fi ejectate la niște viteze atât de mari încât acel centru ar putea însămânța întreaga galaxie.

Aceste semințe nici măcar nu trebuie să se limiteze la bacterii. Anumite virusuri, capabile la rândul lor de evoluție darwinistă, s-au dovedit suficient de durabile. Chiar și forme de viață mai complicate ar putea realiza călătoria. Într-adevăr, două nematode descoperite în permafrostul din Antarctica au fost readuse la viață după ce s-au aflat în stare de criogenare, când procesele metabolice sunt întrerupte, o perioadă estimată între treizeci și patruzeci de mii de ani. Dacă organisme de acest fel ar putea supraviețui condițiilor și perioadelor de timp cu care s-ar confrunta într-o călătorie interplanetară, cine poate spune că nu au origini marțiene?

Acesta este momentul în care pariul corect pe Oumuamua ne-ar putea aduce câștiguri imediate. Să presupunem că am văzut dovezi ale vieții extraterestre și că atât întrebările pe care ni le punem, cât și proiectele pe care le întreprindem se schimbă. Gândiți-vă că fiecare discuție științifică purtată pentru a ajunge la o probabilitate mai mare de a realiza o panspermie naturală se simplifică dacă aplicăm panspermia direcționată. Cum ne asigurăm că viața a fost ejectată în siguranță de pe o planetă? O ejectăm chiar noi. Cum ne asigurăm că viața este suficient de bine protejată

de efectele negative ale spaţiului în timp ce călătoreşte între planete şi galaxii? Construim o rachetă în acest scop. Cum ne asigurăm că viaţa se poate hrăni şi poate supravieţui suficient de mult de-a lungul călătoriilor între galaxii? Construim o rachetă şi în acest scop.

•••

Foarte multe depind de modul în care ne raportăm la pariul lui Oumuamua. Cel mai sigur pariu este să considerăm că obiectul nu este nimic altceva decât o piatră ciudată şi să rămânem la obiceiurile noastre de gândire. Dar când sunt atât de multe în joc, pariurile sigure nu ne pot aduce prea departe.

Dacă îndrăznim să pariem că Oumuamua a fost o tehnologie extraterestră avansată, nu avem decât de câştigat. Fie că ne îndeamnă să căutăm sistematic semne de viaţă în univers, fie să întreprindem proiecte tehnologice mai ambiţioase, un pariu optimist ar putea avea un efect de transformare asupra civilizaţiei noastre. Dacă omenirea este capabilă să gândească, să planifice şi să construiască în scopul căutării unei viziuni măsurabile în milioane de ani, am putea stabili că viaţa în univers este capabilă şi să înfrunte marile obstacole ale timpului şi spaţiului, străbătându-le cu ajutorul unui fascicul de lumină provenit de la o stea care explodează. Dacă mă gândesc la această tehnologie obişnuită într-un astfel de mod, atunci o velă solară care se roteşte în lumina Soarelui începe să semene cu puful unei seminţe de păpădie trimise de vânt să fertilizeze solul virgin.

Ceea ce ne duce înapoi la viaţa creată în laborator. Dacă vom aborda mai prudent pariul lui Oumuamua vom celebra această realizare extraordinară doar prin prisma implicaţiilor sale pentru cercetarea biomedicală. Dacă vom aborda pariul lui Oumuamua într-un mod mai ambiţios, atunci şi crearea vieţii sintetice în laborator va deveni un mijloc potenţial ca viaţa terestră să depăşească marele filtru, chiar şi după moartea inevitabilă a Soarelui.

Fără îndoială că, dacă civilizaţia noastră va fi suficient de îndrăzneaţă şi va avea o durată de viaţă suficient de mare, vom migra în cele din urmă în spaţiu şi în noi regiuni ale universului care seamănă foarte mult cu regiunea actuală. Procedând astfel, cu siguranţă vom călca pe urmele celor care au venit înaintea noastră. Aşa cum civilizaţiile antice au migrat spre ţărmurile râurilor pe Pământ, tot astfel vor migra cel mai probabil civilizaţiile avansate tehnologic în univers către medii bogate în resurse, de la planete locuibile la roiuri de galaxii.

Dar nicio civilizaţie, inclusiv a noastră, nu va face saltul pentru a migra printre stele dacă nu va fi suficient de inteligentă pentru a-şi păstra planeta de origine în timp ce face planificări şi pregătiri. Şi este o realizare pe care

omenirea este puţin probabil să o atingă atâta timp cât mulţi dintre noi se agaţă de unicitatea vieţii terestre precum o furnică de grăuntele de nisip.

13. Singularităţi

Oumuamua este un echipament al unei tehnologii extraterestre.

Aceasta este de fapt o ipoteză, nu o certitudine. Ca toate ipotezele ştiinţifice, trebuie verificată cu ajutorul datelor. Şi, aşa cum se întâmplă deseori în ştiinţă, datele de care dispunem nu sunt concludente, însă sunt substanţiale.

Există vreo şansă să obţinem date suplimentare despre Oumuamua sau despre obiectele similare, în afară de ceea ce am obţinut până acum?

Ultima dată când l-am văzut, Oumuamua se îndepărta de noi cu o viteză incredibilă, mult mai repede decât cea mai rapidă rachetă a noastră. Dar, desigur, am putea dezvolta tehnologii spaţiale mai rapide decât rachetele, cum ar fi velele solare. Sau ne-am putea apropia de următorul obiect asemănător lui Oumuamua pe măsură ce se îndreaptă spre noi cu ajutorul rachetelor convenţionale.

Dacă ar fi să lansăm o navă spaţială în apropierea unui astfel de obiect, am avea posibilitatea să-i fotografiem suprafaţa. Ce dovezi am putea găsi? Aproape toate acestea nu ar face decât să rafineze ce ştim până acum. Imaginile potrivite ne-ar oferi mai multe date cu privire la dimensiune, formă, compoziţie, luminozitate, poate chiar ne vor spune dacă există nişte marcaje specifice producătorilor săi, la fel cum NASA îşi marchează toate rachetele cu steagul american. Indiferent despre ce dovadă ar fi vorba, o voi accepta cu dragă inimă.

•••

Trebuie să lucrăm cu ce avem până când vom obţine dovezi suplimentare despre obiectele asemănătoare cu Oumuamua. Iar ce avem se poate rezuma la o afirmaţie repetată:

Şi totuşi a deviat.

Oumuamua, un mic obiect interstelar extrem de luminos, descoperit prima dată de oameni pe 19 octombrie 2017, care se rotea ciudat şi cel mai probabil avea forma unui disc, a deviat de la calea explicabilă doar de gravitaţia Soarelui, fără niciun fel de emanaţii gazoase vizibile. Toate proprietăţile sale, inclusiv originea sa în spaţiu-timp la standardul local de repaus, l-au făcut să fie într-o mare măsură o excepţie din punct de vedere statistic. Ca membru al unei populaţii de obiecte venite de pe orbite aleatorii, avea nevoie de mult mai mult material solid decât ceea ce se găsea în sistemele planetare din jurul altor stele. Dar dacă Oumuamua ar fi fost

extrem de subţire sau dacă orbita sa nu ar fi fost aleatorie, atunci s-ar fi simplificat problema.

În mod covârşitor, comunitatea ştiinţifică a îmbrăţişat concluzia că Oumuamua este un obiect care a apărut în mod natural, o cometă ciudată, ba chiar neobişnuită, însă, în pofida tuturor proprietăţilor sale ciudate, este doar o rocă interstelară. Şi totuşi a deviat.

Este adevărat că putem formula ipoteze cu privire la un fenomen natural care ar putea explica trăsăturile neobişnuite observate la Oumuamua. Există o posibilitate statistică de circa unu la un trilion ca Oumuamua să fie o rocă unică. Dar, în acest caz, ejectarea unei cantităţi suficiente de materiale din sistemele din jurul stelelor apropiate pentru populaţia aleatorie de obiecte asemănătoare cu Oumuamua devine şi mai provocatoare deoarece este nevoie de mult mai mult material pentru a forma obiecte interstelare obişnuite cum ar fi 2I/Borisov.

Datele ne mai oferă o altă ipoteză alternativă: Oumuamua constituie o tehnologie extraterestră, probabil defectă sau aruncată. În acele date rezidă şi un aspect neluat în considerare de aproape fiecare persoană care a scris despre acest subiect. Omenirea ar putea construi în câţiva ani o navă spaţială care ar putea demonstra fiecare caracteristică a lui Oumuamua. Cu alte cuvinte, cea mai simplă şi directă cale de la un obiect cu toate aceste calităţi observate la Oumuamua la o explicaţie este că acesta a fost fabricat.

Motivul pentru care majoritatea comunităţii ştiinţifice nu poate accepta cu uşurinţă această ipoteză este că noi nu am produs aşa ceva. Pentru a accepta că altă civilizaţie a realizat aşa ceva trebuie să acceptăm posibilitatea că una dintre cele mai mari descoperiri – şi anume că nu suntem singura formă de inteligenţă din univers – tocmai ce a trecut prin sistemul nostru solar. Ne face să gândim altfel.

•••

Înainte de toate este nevoie de modestie pentru a accepta ipoteza mea cu privire la Oumuamua, deoarece aceasta ne cere să acceptăm că, deşi suntem extraordinari, cel mai probabil nu suntem unici.

Când spun că suntem extraordinari, nu o spun în sens propriu. Faptul că provenim din materia stelelor este un truism poetic, dar şi mai puţin poetic se poate spune că stelele sunt făcute din aceeaşi materie ca noi. Acelaşi lucru este valabil şi pentru univers, întrucât tot ce se află în el face parte din acea supă de materie şi de radiaţie emanată după Big Bang. Totuşi, aşa cum le spun şi studenţilor de la seminarul meu din primul an, deşi toţi suntem alcătuiţi din aceeaşi materie obişnuită, aceasta nu ne împiedică să devenim *oameni* extraordinari. Mult mai important este că materia din care suntem făcuţi a devenit de-a lungul mileniilor esenţa vieţii. Şi, spre deosebire de tot

ce am descoperit în univers până în prezent, numai noi suntem alcătuiţi astfel.

A fi *extraordinar* şi *unic* sunt două lucruri total diferite. Gândiţi-vă la Nicolaus Copernic, astronomul din secolul al XVI-lea care a propus pentru prima dată ideea că planetele orbitează Soarele, aducând astfel o contribuţie care poate fi considerată unică la concepţia noastră despre cosmos. Cartea în care Copernic îşi prezintă teza a fost publicată la scurt timp înainte de moartea lui, în 1543, şi nu a fost luată în considerare decât de un număr mic de astronomi, mulţi dintre ei fiind prietenii autorului. Însă astăzi putem spune că bazele originilor sistemului solar heliocentric au fost puse de Copernic, iar noi îi folosim numele pentru a descrie principiul conform căruia nici Pământul, nici omenirea nu ocupă un loc special în univers, dar şi că în univers nu există cu adevărat vreun loc unic sau special. Acelaşi lucru se aplică şi aici, unde există omenirea, ca şi în orice alt loc. Astăzi putem adăuga o remarcă ironică la principiul lui Copernic: nu există nimic ieşit din comun la o specie sau la o civilizaţie care a aflat acest lucru fundamental despre cosmos, deoarece toate civilizaţiile din univers au aflat cel mai probabil acelaşi lucru.

Dacă nu suntem doar de acord cu această părere, ci o şi îmbrăţişăm, atunci ne aflăm în faţa unor posibilităţi uimitoare.

Când eu şi Matias Zaldarriaga ne-am dat seama că civilizaţia umană produce o mare cantitate de zgomot în spectrul de frecvenţe radio, ne-am gândit că este rezonabil ca o altă civilizaţie să producă zgomote la aceeaşi lungime de undă, aşa că ne-am propus să căutăm dovezi în acest scop. Când eu şi cu Ed Turner ne-am dat seama că oraşul Tokyo poate fi văzut prin Telescopul Spaţial Hubble, aflat la marginea sistemului nostru solar, ne-am gândit că este rezonabil să căutăm o strălucire similară provenită de la un oraş sau de la o navă spaţială aparţinând altei civilizaţii. În mod similar, când eu şi cercetătorul meu postdoctoral James Guillochon ne-am dat seama că omenirea ar putea trimite o navă propulsată de o velă solară în univers, ştiam că acesta este motivul pentru care altă civilizaţie ar putea avea aceeaşi idee, aşa că am sugerat să căutăm fascicule de radiaţii provenite de la astfel de lansări.

În acelaşi mod ne-am putea imagina că orice asemenea efort al unei alte civilizaţii de a trimite o navă cu velă solară ar putea fi precedat de ceva aproape echivalent cu lansarea Iniţiativei Starshot – proiectul pe care l-am început pentru a concepe propriile noastre vele solare (dacă nu le-am construit deja).

Îmi place să cred că acum ştiu prin ce au trecut extratereştrii pentru a ajunge aici.

Îmi închipui că cei mai pacifişti dintre ei s-ar fi putut îngrijora că o navă spaţială alimentată de un laser cu o putere de 100 de gigawaţi, îndreptat spre o civilizaţie extraterestră la o fracţiune din viteza luminii, ar putea fi interpretată de aceştia ca o ameninţare sau chiar ca o declaraţie de război. La care preşedintele consiliului consultativ al versiunii extraterestre analoge pentru Iniţiativa Starshot ar fi răspuns, probabil ca şi mine, că un astfel de risc este infinitezimal. Am susţinut pentru început că nu ştim nimic despre existenţa acestora, cu atât mai puţin despre natura vieţii extraterestre, fie aceasta inteligentă sau nu. Dacă există alte fiinţe, creaţia noastră de numai câteva grame cu greu ar putea fi observată, şi din moment ce dispune de o energie specifică unui asteroid obişnuit, va fi uşor clasificată ca atare. Şi este complet nepractic să încercăm să lovim o planetă aflată la ani-lumină distanţă cu nava noastră minusculă. Asta ar necesita o precizie unghiulară de o miliardime dintr-un radian şi nu există nicio posibilitate cunoscută de noi pentru a afla cu o asemenea precizie poziţiile relative ale planetei şi ale navei spaţiale, de-a lungul unei călătorii de zeci de ani. Nu, în loc să ţintească o planetă, nava ar trebui să ajungă într-o regiune orbitală de mii de ori mai mare decât dimensiunea unei planete, ceea ce implică o probabilitate a impactului mai mică de unu la un milion.

Îmi imaginez cum inginerii lor se îndoiesc de fezabilitatea proiectului. Ce se întâmplă dacă nava este deteriorată din cauza impactului granulelor sau atomilor de praf interstelar? Membrii consiliului lor ar fi dat din cap, aşa cum am făcut-o şi noi, şi ar fi constatat că un strat de doar câţiva milimetri s-ar dovedi suficient pentru a proteja nava şi camerele sale foto. Cei mai optimişti dintre inginerii lor ar putea regreta că nu există un mecanism de decelerare, şi cel mai probabil ar sublinia politicos că este vorba despre o limitare implicită. Având în vedere distanţele, greutatea minimă a navei şi viteza la care trebuie să călătorească, efectuarea de fotografii în timpul survolărilor este o ambiţie suficient de mare. Şi această *mare ambiţie* spune totul. Poate că aceste fotografii ne vor permite să aflăm dacă există vegetaţie ori un ocean, sau chiar nişte urme ale unei civilizaţii, toate lucrurile pe care am dori să le vedem de aproape, nu de la distanţa telescoapelor noastre celor mai puternice.

Aş fi dispus să pariez că, pe măsură ce oamenii de ştiinţă vor pune la punct proiectul, ei se vor confrunta cu nişte conservatori fiscali care vor pune la îndoială dacă un asemenea proiect îşi merită preţul. Şi îmi mai imaginez că acest consiliu aflat în spatele acestei tentative ar sublinia, întocmai cum a făcut şi consiliul Starshot, că economiile de scară sunt de fapt uimitoare. În cazul nostru aş putea spune că da, construcţia laserului va fi scumpă. Şi da, va fi costisitor să aducem nava cu velă solară deasupra

atmosferei planetei, însă navele în sine vor fi ieftine; navele *StarChips* vor costa doar câteva sute de dolari fiecare. Aceasta înseamnă că, odată ce au fost făcute investiţii costisitoare, ar fi cât se poate de rezonabil să lansăm una la fiecare câteva zile, îndreptându-le spre sute, dacă nu mii de ţinte.

Şi mai sper că, apoi, optimiştii din rândul omologilor mei îndepărtaţi, înzestraţi cu o cunoaştere ştiinţifică însoţită de modestie, îşi vor da seama că, în ciuda tuturor limitărilor şi riscurilor, lansarea acestor nave reprezintă un salt uriaş înainte. Şi destui dintre aceşti cercetători extratereştri s-ar uita la stelele lor aşa cum ne uităm şi noi la ale noastre, prin urmare ar binecuvânta o astfel de tentativă, uimiţi de mărimea universului comparativ cu a planetei lor, sau poate chiar a sistemului lor solar. Ar ajunge la concluzia că aceste vele solare reprezintă următorul şi cel mai bun pas pentru a atinge stelele. Şi poate că şi-ar imagina, aşa cum am făcut-o şi noi, că, din moment ce nava lor cu velă solară se deplasează rapid şi are o formă ciudată, ar putea într-o zi să fie văzută şi înţeleasă drept un anunţ şi o invitaţie: „Bine aţi venit în clubul interstelar".

•••

Este nevoie atât de imaginaţie, cât şi de modestie pentru a accepta faptul că omenirea este cât se poate de obişnuită. Cred că ambele calităţi fac parte integrantă din capacitatea noastră de a depăşi marele filtru. Dar mai este un alt lucru, cum ar fi dorinţa noastră de a accepta o explicaţie simplă pentru proprietăţile lui Oumuamua: faptul că acestea reflectă o intenţie, şi nu o întâmplare survenită în circumstanţe complexe.

Anterior în această carte l-am amintit pe William de Occam cu briciul său celebru, care face referire la faptul că soluţia cea mai simplă este probabil şi cea corectă. Fie că ne raportăm la Oumuamua sau la orice alt fenomen, ar fi bine să îl analizăm. Mi-am dat seama că un asemenea brici cu greu va rade o bărbie arogantă.

Din păcate, simplitatea nu este întotdeauna la modă.

„Ar trebui să complicăm modelul nostru teoretic, astfel încât explicarea datelor să nu pară prea banală?" Această întrebare s-a ivit la o întâlnire cu cercetătorii mei postdoctorali în timp ce îşi descriau proiectele, dintre care multe erau aproape de finalizare. La început am rămas surprins, dar apoi, când şi-au explicat raţionamentele, mi-am venit în fire.

Virtutea simplităţii ar trebui să fie evidentă, mai ales pentru astronomi. La urma urmei, puterea explicaţiei heliocentrice date de Copernic cu privire la sistemul solar rezidă în simplitatea ei; teoria predominantă pe care a reuşit să o răstoarne, cea a astronomului grec Ptolemeu, cu un sistem planetar geocentric, devenea cu atât mai întortocheată cu cât apăreau mai multe dovezi. Eşecul lui Ptolemeu şi succesul lui Copernic rămân printre

cele mai citate în rândul astronomilor începători. Aşa cum profesorii le explică studenţilor de secole, sarcina lor este să caute cea mai simplă explicaţie a datelor şi să evite orgoliul polimatului grec Aristotel, care, în ciuda genialităţii sale, s-a lăsat condus de nevoia perfecţiunii în univers şi a susţinut fără niciun fel de dovezi că planetele şi stelele se pot mişca numai în cercuri perfecte. Eroarea lui nu a fost contestată timp de secole.

În mod similar, pe parcursul ultimelor decenii ale secolului XX, astrofizicienii erau sceptici cu privire la un model al universului timpuriu caracterizat de un număr mic de parametri, sau, cu alte cuvinte, de *simplitate.* Datele erau puţine, iar majoritatea astrofizicienilor au conchis că modelul era cu siguranţă unul naiv. Însă la începutul secolului XXI au fost adunate suficiente date pentru a dovedi într-adevăr că universul a pornit de la cea mai simplă stare iniţială. Datele au arătat că universul timpuriu a fost aproape omogen (acelaşi peste tot) şi izotrop (acelaşi în toate direcţiile), iar structurile complexe pe care le regăsim astăzi acolo pot fi explicate din prisma unei creşteri instabile a unor mici abateri primitive de la aceste condiţii ideale. Acest model simplu stă acum la baza cosmologiei moderne.

Având în vedere toate aceste pilde, ar putea părea de neconceput ca un grup de cercetători postdoctorali de la Harvard să se întrebe la începutul secolului XXI dacă ar trebui să adauge complexitate proiectelor lor. Dar, de fapt, aveau motive bine întemeiate.

Pe piaţa acerbă a locurilor de muncă de astăzi, cel mai mare imperativ pare acela de a-ţi impresiona superiorii. Un cercetător la început de drum poate simţi nevoia să folosească derivaţii extinse, subliniind complexitatea matematică provocatoare. Exact cum mi-a spus un cercetător postdoctoral: „Mă confrunt cu dilema strategică de a alege dintre două opţiuni pentru viitoarea mea carieră: proiecte lungi şi complicate sau lucrări scurte şi profunde”.

În majoritatea cazurilor, cercetătorii cu experienţă doresc să-şi nuanţeze munca şi să o facă mai puţin accesibilă pentru a fi studiată. Ei şi-au dat seama că a fi sofisticat este cartea de vizită a elitei şi că în multe cazuri se răsplăteşte corespunzător.

Atunci când fac cercetare sau mentorat, încerc să le ofer colegilor mei mai tineri un contraexemplu. Le spun cercetătorilor mei postdoctorali că perspectivele scurte şi accesibile tind să stimuleze domeniul, încurajând munca de aprofundare din partea comunităţii ştiinţifice; îi îndemn să creadă, aşa cum fac şi eu, că o lucrare bogată din punct de vedere intelectual le va îmbunătăţi perspectivele de carieră; şi le spun că abilitatea de a explica limpede cercetarea depinde doar de faptul de a descrie doar acele lucruri pe care le înţeleg şi de a prezenta acele lucruri pe care nu le înţeleg. Dar,

inevitabil, ei îmi răspund: este uşor să spuneţi asta în calitate de şef al Departamentului de astronomie de la Harvard.

Aceasta este într-adevăr o dilemă, şi mă tem de efectul pe care îl va avea asupra ştiinţei în secolul XXI, nu doar în cadrul comunităţii ştiinţifice. În mediul academic, recompensarea complexităţii doar de dragul complexităţii direcţionează talentele şi resursele cu predilecţie în anumite direcţii. Mai poate încuraja şi izolarea cercetătorilor în jurul unei elite autoproclamate, determinându-i să ignore interesele publicului care le finanţează substanţial eforturile.

Aceasta este o problemă serioasă cu o serie de consecinţe care merg dincolo de mediul academic. Pentru a înţelege de ce se întâmplă astfel, să analizăm unul dintre cele mai mari mistere cu care se confruntă astăzi astrofizicienii: ştiinţa găurilor negre.

•••

În aprilie 2016, la câteva săptămâni de la anunţarea iniţiativei Starshot, am inaugurat Iniţiativa Black Hole de la Harvard sau BHI – primul centru pentru studiul interdisciplinar al găurilor negre din lume. Intervalul de timp în care s-au produs aceste două evenimente a fost destul de scurt şi, după ce Stephen Hawking a apărut alături de mine, de Iuri Milner şi de Freemen Dyson în New York, el mi s-a alăturat mie şi colegilor mei pentru a anunţa obiectivele BHI, în Cambridge, Massachusetts.

A fost o întâmplare că Stephen ni s-a putut alătura, iar lansarea BHI a fost de bun augur din alt motiv: cu o sută de ani mai devreme, astronomul şi fizicianul german Karl Schwarzschild a rezolvat ecuaţiile lui Albert Einstein pentru relativitatea generală, o soluţie care descria găurile negre cu zeci de ani înainte de a apărea orice dovezi astronomice că acestea există. Şi, o sută de ani mai târziu, astronomii tot nu reuşiseră să fotografieze vreuna.

Evenimentul inaugural al BHI a fost memorabil din mai multe motive. În primul rând, lansarea acestui proiect istoric a fost un obiectiv profesional mult râvnit, acesta fiind încă o cutie de chibrituri unde să îmi pot aduna chibrituri promiţătoare. În al doilea rând, BHI a reprezentat şi o abordare interdisciplinară a ştiinţei pe care am susţinut-o de mult timp şi care a reunit astronomi, matematicieni, fizicieni şi filosofi.

Dar au existat şi satisfacţii mai simple. La ceremonia de lansare a luat parte un fotograf, iar într-una dintre fotografii fiica mea mai mică, Lotem, li s-a alăturat pe scenă lui Stephen Hawking şi celorlalţi colegi de-ai mei. Nu a fost nimic planificat, însă dacă privesc în urmă cred că prezenţa ei a fost esenţială. Progresele ştiinţifice reprezintă nişte eforturi între generaţii, iar beneficiile progresului uman se adună de-a lungul secolelor. Gândiţi-vă la miile de telescoape care împânzesc acum planeta şi la cele care se învârt în

jurul ei, fiecare aflându-se în legătură directă cu acel telescop pe care Galileo l-a folosit pentru acelaşi cer.

Mai târziu, eu, împreună cu soţia şi cu fiicele mele, am fost gazde lui Stephen şi unui număr restrâns de colegi la cina de Paştele evreiesc de la noi de acasă. Dintre toate discursurile ţinute în zilele ce au urmat anunţării Iniţiativei Black Hole în întreaga lume, cel mai semnificativ pentru mine a fost discursul scurt de câteva minute pe care Stephen l-a ţinut la mine acasă. Adresându-se grupului restrâns, adunat în sufrageria noastră, el ne-a evocat Iniţiativa Starshot şi cosmosul: „A fost o călătorie grea", a spus el.

> Săptămâna trecută la New York, Avi şi cu mine am anunţat o nouă iniţiativă care are la bază viitorul nostru în spaţiul interstelar. Breakthrough Starshot va încerca să construiască o navă spaţială care poate ajunge la douăzeci la sută din viteza luminii. La această viteză, călătoria mea de la Londra ar fi durat mai puţin de un sfert de secundă (totuşi mai lungă dacă punem la socoteală punctele vamale de pe Aeroportul International John F. Kennedy). Tehnologia pe care o va dezvolta Breakthrough Starshot – fascicule de lumină, vele solare şi cea mai uşoară navă spaţială construită vreodată – ar putea ajunge la Alpha Centauri în doar douăzeci de ani de la lansare. Până acum am putut observa stelele doar de la distanţă. Acum putem ajunge pentru prima dată la ele.

Cuvintele lui Stephen mi-au rămas în suflet, mai ales pentru că s-a dovedit că aceasta avea să fie ultima lui vizită în Statele Unite.

El a spus micii noastre adunări: „Sper să mă întorc curând pentru a sprijini Institutul Black Hole", însă a plecat dintre noi la mai puţin de doi ani distanţă, fără să mai asiste la succesul proiectului explorării interstelare la care a visat.

Îmi aduc aminte şi alte observaţii din această perioadă, dar din motive mai puţin fericite. La prima conferinţă BHI un filosof şi-a încheiat discursul afirmând că „discuţiile cu unii teoreticieni proeminenţi în domeniul fizicii m-au influenţat să ajung la concluzia că, în cazul în care comunitatea fizicienilor va cădea de acord asupra unui program de cercetare de peste un deceniu, atunci acesta trebuie să fie şi corect". Scepticismul meu imediat mi-a adus în minte un singur cuvânt sau, de fapt, un nume: Galileo.

Se presupune că, după ce s-a uitat prin telescopul său, Galileo ar fi afirmat: „În probleme de ştiinţă, autoritatea a o mie de oameni nu face cât raţionamentul umil al unui singur om". Secole mai târziu, Einstein a ajuns la

aceeaşi idee când, în 1931, douăzeci şi opt de cercetători au contribuit prin eseurile lor la o carte intitulată *A Hundred Authors Against Einstein* (*O sută de autori împotriva lui Einstein*) în care se afirma că teoria relativităţii generale este greşită. Se presupune că el ar fi răspuns că, dacă ar fi adevărat, atunci ar fi suficient un singur autor cu dovezi concludente pentru a respinge teoria.

Una dintre premisele călăuzitoare care au stat la baza Iniţiativei Black Hole este reprezentată de valorizarea perspectivelor opuse, rezultate din raţionamentul mai multor indivizi care abordează problemele din puncte diferite de vedere. Faptul că toţi participanţii erau interesaţi de lucruri uşor diferite era un avantaj. Astronomii sperau să obţină prima imagine a unei găuri negre; fizicienii se concentrau pe rezolvarea unui paradox aparent despre cum legile fizicii sunt influenţate de găurile negre; iar matematicienii şi filosofii se străduiau să afle natura şi stabilitatea singularităţii din centrul unui găuri negre. (În special filosofii reprezentau o parte esenţială a acestei echipe, deoarece un filosof onest este ca un canar într-o mină de cărbune, avertizând mulţimea când a fost încălcată onestitatea intelectuală.)

Dacă a existat un numitor comun la BHI, acela a fost entuziasmul nostru general de a căuta date pentru a explora mai bine anomalii inexplicabile şi întrebări despre găurile negre şi despre provocările pe care le reprezintă! Iată o listă scurtă.

Una dintre marile anomalii cu privire la găurile negre o constituie ceea ce oamenii de ştiinţă numesc „paradoxul informaţional”: mecanica cuantică spune că informaţia se păstrează întotdeauna, dar găurile negre o pot absorbi pentru ca apoi să se evapore într-o radiaţie pur termică a corpului negru (fără informaţie), un fenomen demonstrat de Stephen Hawking. Încetează legile fizicii să se mai aplice la marginea găurilor negre sau este altceva la mijloc?

O altă mare anomalie privitoare la găurile negre este reprezentată de faptul că par să facă materia „să dispară”. Unde se duce materia împinsă într-o gaură neagră? Este adunată într-un obiect dens în centrul găurii negre sau pur şi simplu iese din universul nostru şi apare într-altul, precum apa care se scurge într-un rezervor îndepărtat?

Dar dacă privim mai în ansamblu, ar putea găurile negre să ne ofere informaţii care ne-ar putea duce la unificarea relativităţii generale şi a mecanicii cuantice? Aflat pe patul de moarte, Einstein şi-a schiţat ultimele gânduri cu privire la teorie, însă nu a găsit soluţia acestei provocări incredibile. În mod similar, Stephen Hawking şi-a petrecut ultimii ani din viaţă analizând dacă proprietăţile găurilor negre ar putea pune capăt provocării. Dat fiind că, în pofida capacităţii intelectuale considerabile,

niciunul dintre ei nu a reuşit să rezolve problema, mulţi astrofizicieni şi cosmologi le continuă activitatea.

Şi, în cele din urmă, problema care i-a deranjat pe astronomi la momentul fondării BHI nu era atât o anomalie, cât o lipsă evidentă a dovezilor noastre. Deşi de zeci de ani avem date care confirmă existenţa şi proprietăţile găurilor negre, nu am reuşit niciodată să fotografiem una.

Asta s-a schimbat în 2019. Modul în care s-a întâmplat acest lucru – cum a fost realizată prima fotografie a unei găuri negre şi cum a fost capabilă omenirea să obţină o asemenea dovadă crucială pentru cercetarea noastră în curs – este un extraordinar exemplu despre cum o căutare conjugată a probelor poate duce la bun sfârşit lucruri neterminate până în prezent. Pentru cei care nu consideră că Oumuamua este un caz închis, cei care speră că va fi o provocare suficientă pentru omenire de a paria pe proiecte mai ambiţioase, această poveste este o realizare incredibilă şi o rememorare a faptului că, atunci când omenirea lucrează cot la cot, poate atinge inimaginabilul în cercetare, descoperire şi inovaţie tehnologică, lucru care în alte circumstanţe ar fi fost imposibil. De exemplu, în ce priveşte construirea unui telescop de dimensiunea Pământului.

•••

Într-un articol din 2009 pentru *Scientific American* la care am fost coautor împreună cu fostul meu cercetător postdoctoral Avery Broderick, am numit această provocare „împuşcarea fiarei". În primul rând, este vorba despre distanţă. Sagittarius A* este cea mai apropiată gaură neagră supermasivă de Pământ, la o distanţă de 26 000 de ani-lumină. O altă ţintă pe care am recomandat-o prima dată în articolul de specialitate publicat în *Astrophysical Journal,* în acelaşi an, era M87, gaura neagră fotografiată în cele din urmă, care este mult mai mare, deşi se află la cincizeci şi trei de milioane de ani-lumină distanţă. Totuşi, fotografierea la acea distanţă a fost comparată cu încercarea de a surprinde o imagine a unei portocale pe suprafaţa Lunii.

De aici şi nevoia unui telescop cu adevărat mare. Mai exact, aveam nevoie de un interferometru de dimensiunea Pământului, format prin conectarea antenelor de satelit de pe planetă. Pentru a realiza acest lucru era nevoie de o colaborare a mai multor centre din lume, o încercare coordonată de Shep Doeleman, colaboratorul meu de la BHI. Telescopul Event Horizon (EHT) a fost rodul acestei colaborări.

Prin definiţie, găurile negre astrofizice nu emit lumină proprie. În realitate, realizează tocmai contrariul: consumă lumina, pe lângă orice altceva. Însă materia şi gazul obişnuit care se învârt în jurul lor emit lumină pe măsură ce se încălzesc sub presiunea gravitaţiei găurii negre. O parte a

luminii scapă de atracţia gravitaţională pe când altă parte este absorbită de gaura neagră, iar rezultatul este reprezentat de o siluetă înconjurată de un inel de lumină care delimitează regiunea din jurul găurii negre de unde lumina nu poate scăpa. Aceasta este trăsătura definitorie a unei găuri negre, orizontul său de evenimente sau graniţa sferică unde materia se duce într-o singură direcţie. Este închisoarea supremă unde poţi intra, dar de unde nu mai poţi ieşi niciodată. Găurile negre astrofizice se ascund în spatele orizonturilor de evenimente, iar ce se întâmplă în cadrul orizontului rămâne în cadrul orizontului, exact ca în Las Vegas[2]. Nu există niciun fel de scurgeri de informaţii.

Şi asta îşi propune EHT să facă: să observe o gaură neagră şi să îi fotografieze silueta. Pregătirea acestei misiuni a durat ani de zile. Iniţiativa Black Hole a ajutat la procesarea datelor care au produs imaginile atotprezente de pe parcursul câtorva săptămâni din aprilie 2019, şi nu doar pe holurile universităţii. Acest efort reunit care a avut nevoie de un telescop cât globul a realizat o fotografie care a aprins imaginaţia omenirii. Cu un deceniu mai devreme schiţasem împreună cu Broderick ceea ce am crezut că ar putea fi imaginea unei găuri negre în galaxia gigant M87, şi am fost deosebit de bucuroşi să vedem pe primele pagini ale ziarelor şi revistelor importante o imagine reală a unei găuri negre care semăna cu schiţele respective.

Există o legătură directă între acest succes şi activitatea mea de la SETI. Un obiectiv clar al Iniţiativei Black Hole este de a stârni interesul nu numai în rândul disciplinelor academice, ci şi al publicului general. Dorim cu adevărat să surprindem imaginaţia publicului. Avem nevoie ca romanele noastre poliţiste să fie citite, ca eforturile noastre de a enunţa teorii bazate riguros pe date să fie suficient de bine înţelese, astfel încât întreaga omenire să se poată bucura de succesele ştiinţifice. Numai astfel vom cultiva cât mai multe minţi strălucite, pline de aspiraţii, pentru a putea face faţă provocărilor actuale şi viitoare.

Şi apoi, oamenii de ştiinţă *sunt datori* publicului – la propriu. Suntem finanţaţi de public. În mare măsură cele mai multe progrese ştiinţifice se bazează pe granturi guvernamentale plătite din impozitele cetăţenilor. Prin urmare, fiecare om de ştiinţă care a beneficiat direct sau indirect (ceea ce înseamnă destui dintre noi) poartă povara de a da socoteală nu numai pentru munca sa, dar şi pentru metodele pe care le-a folosit. Avem obligaţia de a comunica publicului cele mai interesante descoperiri şi ipoteze în

2 Aluzie la cunoscuta expresie „what happens în Vegas, stays în Vegas" – „ce se întâmplă în Vegas rămâne în Vegas" (n.tr.).

domenii care rezonează cu publicul, cum ar fi originile cosmice ale omenirii, găurile negre şi căutarea vieţii extraterestre.

Ştiinţa nu este o îndeletnicire realizată de elite în turnuri de fildeş, ci un demers de care beneficiază toţi oamenii, indiferent de cunoştinţele lor academice. Cred că acest lucru este valabil mai ales când este privit din punctul de vedere al astrofizicienilor. Întrebările pe care ni le pune universul nu sunt doar uimitoare şi captivante, dar ne fac şi mai umili. Sarcina noastră este de a privi la evenimente produse cu mult înainte de venirea noastră şi la obiecte care vor exista mult timp după ce vom dispărea. În comparaţie cu domeniile studiului nostru, dispunem de cele mai scurte perioade de timp disponibile, un timp preţios pentru a studia universul şi a încerca să găsim răspunsurile la misterele şi paradoxurile sale.

•••

Mi-am pus credinţa şi speranţa în ştiinţă. De-a lungul vieţii, optimismul mi-a oferit recompense imediate. Această experienţă de a obţine ceva gratis – recompense măreţe care pot fi obţinute în schimbul unei simple şi modeste activităţi de cercetare – mă îndeamnă să formulez câteva gânduri la final.

Am teoretizat soarta materiei pe măsură ce se apropie de singularitatea unei găuri negre împreună cu colegul Paul Chesler, bursier postdoctoral al Iniţiativei Black Hole de la Harvard. Am decis să abordăm acest aspect printr-un model teoretic simplu care combină mecanica cuantică şi gravitaţia. Iar când am studiat ce implică acest model matematic, ne-am dat seama că se aplică şi în cazul curgerii inverse a timpului, în care materia mai degrabă se extinde decât se contractă. Aceasta înseamnă că nu trebuie să riscăm să efectuăm o călătorie într-o gaură neagră care ar putea să ne separe de mareea gravitaţională şi să ne împiedice să mai postăm pe Facebook; am putea în schimb să observăm fără niciun risc universul în *expansiune.* Cu alte cuvinte, am putea privi deasupra, dar şi în jurul nostru, la toată materia care a pornit de la o singularitate în timp, Big Bangul. Am realizat că aceleaşi ecuaţii care descriau singularitatea unei găuri negre ar putea fi utilizate pentru a ne da seama cum a ajuns universul să se extindă accelerat.

Împreună cu Paul am dat peste o informaţie neaşteptată în timp ce urmăream un obiectiv diferit, întocmai ca în pilda biblică a lui Saul care şi-a găsit din întâmplare regatul în timp ce căuta măgarii pierduţi ai tatălui său. Când ne-am propus să înţelegem mai bine găurile negre, am descoperit un mecanism care explică accelerarea universului nostru.

Modelul nostru teoretic este incomplet. Este nevoie de o ajustare mult mai precisă. Chiar dacă acest model face faţă verificării meticuloase a teoriei, acesta va trebui să ofere noi predicţii care să treacă prin furcile caudine ale unor date ulterioare. Unele sau poate chiar toate aceste lucrări se pot dovedi utile pentru alte teorii şi în alte domenii ale ştiinţei. Chiar şi după vizita lui Oumuamua mai am un gând care nu a încetat niciodată să mă bântuie. Vizitatorul nostru interstelar mi-a mai dat o lecţie.

Cum am mai spus, întâlnirea cu o altă civilizaţie ne poate face mai umili. Şi, având în vedere tot ce am putea învăţa de la o civilizaţie avansată, ar trebui chiar *să sperăm* să ne simţim mai umili. O asemenea civilizaţie va cunoaşte fără îndoială răspunsurile la o grămadă de întrebări cărora nu le-am dat de capăt sau pe care nici nu le-am luat în calcul. Însă pentru a deveni credibili din punct de vedere intelectual, ar fi bine să începem conversaţia împărtăşindu-ne propria înţelepciune ştiinţifică despre modul în care a luat naştere universul.

Concluzii

Mulţi cercetători susţin că ar trebui să comunicăm informaţii publicului doar atunci când munca noastră colectivă de investigare a ajuns la o concluzie aproape unanimă. Aceşti colegi ai mei consideră că este nevoie de discreţie pentru a ne păstra o bună imagine. Ei consideră că publicul ar putea ajunge în caz contrar să se îndoiască de cercetători şi de procesul ştiinţific. Într-adevăr, asta se întâmplă chiar şi când *există* o concluzie aproape unanimă în rândul oamenilor de ştiinţă. Să ne gândim, subliniază ei adesea, la acel grup minoritar care încă pune sub semnul întrebării schimbările climatice. Riscul de a deschide o controversă ce ar putea discredita statutul ştiinţei este prea mare, susţin aceştia.

Din punctul meu de vedere lucrurile stau diferit. Cred că pentru a fi credibili trebuie să arătăm că, de fapt, cercetarea ştiinţifică este un proces mult mai comun şi obişnuit decât presupune publicul. De multe ori abordarea colegilor mei contribuie la viziunea populistă că ştiinţa este o ocupaţie a elitei şi favorizează un sentiment de alienare între cercetători şi public. Însă ştiinţa nu este o îndeletnicire realizată într-un turn de fildeş care produce prin mijloace inaccesibile un adevăr solid care poate fi împărtăşit numai de cei înţelepţi. Metodologia ştiinţifică este de fapt mult mai apropiată de abordarea de bun-simţ în rezolvarea problemelor pe care le are un instalator când încearcă să repare o ţeavă care curge.

De fapt eu consider că atât cercetătorii, cât şi publicul ar avea cu adevărat de câştigat dacă nu s-ar raporta la practicile ştiinţei ca la ceva nu foarte diferit faţă de celelalte practici din alte profesii. Ne confruntăm cu date haotice întocmai cum se confruntă şi un instalator cu o ţeavă înfundată, şi ne bazăm pe cunoştinţele şi pe experienţa noastră, dar şi pe înţelepciunea colegilor pentru a formula ipoteze. Şi le verificăm cu ajutorul dovezilor.

Rezultatul procesului ştiinţific nu depinde de practicieni, deoarece realitatea este determinată de natură. Oamenii de ştiinţă nu încearcă decât să îşi dea seama cum arată realitatea adunând cât mai multe dovezi posibile şi argumentând diferite interpretări atunci când nu există suficiente dovezi. Acest lucru îmi aminteşte de ce a spus Michelangelo când a fost întrebat cum a făurit sculpturi atât de frumoase dintr-un bloc de marmură: „Sculptura este deja desăvârşită în blocul de marmură înainte de a-mi începe munca. Este acolo, tot ce mai rămâne de făcut este să dau la o parte cu dalta materialul inutil". În mod similar, progresul ştiinţific se referă la

colectarea de dovezi care ne permit să eliminăm numărul mare de ipoteze posibile care sunt inutile.

Faptul că trebuie să respingem unele dintre ideile noastre ne face mai umili. Nu trebuie să luăm greşelile noastre ca pe o insultă, ci ca pe o oportunitate de a învăţa ceva nou. La urma urmei, mica noastră insulă de cunoaştere este înconjurată de un ocean vast de ignoranţă şi numai dovezile pot mări suprafaţa acestei insule, nu convingerile nejustificate. În special astronomii trebuie să se bazeze pe modestie. Suntem nevoiţi să ne opunem insignifianţei noastre pe harta cosmică a universului şi a întinderii vaste a tuturor fenomenelor fizice, indiferent cât de limitată este înţelegerea noastră. Trebuie să avem o abordare umilă, să ne îngăduim să facem greşeli publice şi să ne asumăm riscuri transparente când încercăm să aflăm mai multe despre univers. Asemenea copiilor.

Uitându-mă cum colegii mei strâng rândurile împotriva ideii de a lua în serios ipoteza că Oumuamua ar putea fi o tehnologie extraterestră, m-am întrebat adesea ce s-a întâmplat cu inocenţa şi curiozitatea noastră copilărească. În toată furtuna mediatică abătută asupra mea ca rezultat a celei mai cunoscute lucrări (de până acum) despre SETI, am fost însufleţit de un gând simplu: *Voi rămâne mulţumit dacă în urma răspunsurilor la întrebările presei voi reuşi să atrag către ştiinţă vreun copil de pe undeva din lume. Şi dacă reuşesc să fac publicul, sau poate chiar colegii de breaslă, să-mi ia în considerare ipoteza neobişnuită, cu atât mai bine.*

•••

Iată alt exerciţiu de gândire asemănător cu cele pe care le dau studenţilor mei de la Harvard şi cu care am început această carte:

Imaginaţi-vă că în 1976, să zicem, NASA a descoperit dovezi ale vieţii extraterestre pe altă planetă, Marte de exemplu. NASA a trimis o sondă pe Planeta Roşie; această sondă a prelevat mostre de sol care au fost analizate şi s-a constatat că acestea conţin dovezi ale vieţii. Drept urmare s-a găsit răspunsul evident la întrebarea finală dacă viaţa terestră este singura formă de viaţă din univers. Datele au fost comunicate de comunitatea ştiinţifică şi acceptate de public.

Prin urmare, omenirea şi-a desfăşurat activităţile zilnice şi cercetările ştiinţifice în ultimii patruzeci de ani ştiind că viaţa terestră nu este deloc unică, deoarece, dacă există dovezi ale vieţii pe Marte, atunci există o certitudine statistică să existe şi altundeva. Pe baza acestui aspect, comitetele care evaluează şi finanţează noi iniţiative şi instrumente ştiinţifice au decis să aloce bani pentru căutarea şi pe mai departe a vieţii dincolo de Pământ. Au început să curgă finanţări guvernamentale pentru

sprijinirea acestor noi cercetări. Manualele au fost rescrise, programa universitară a fost reorientată, vechi prejudecăţi au fost contestate.

Şi acum imaginaţi-vă că la patruzeci de ani după ce s-au găsit dovezi ale unei vieţi organice pe Marte, un mic obiect interstelar extrem de luminos, care se rostogolea ciudat şi cu o probabilitate de 91% de a avea forma unui disc, a trecut prin sistemul nostru solar şi a accelerat fără a prezenta o emanaţie de gaze vizibilă, deviind de la o cale modelată doar de forţa gravitaţională a Soarelui, cu un impuls suplimentar invers proporţional cu distanţa la pătrat.

Iar acum imaginaţi-vă că astronomii au acumulat suficiente date despre obiect pentru a înţelege aceste anomalii şi că datele au fost studiate de câţiva cercetători care au afirmat că o posibilă explicaţie pentru caracteristicile neobişnuite ale obiectului este originea lui extraterestră.

În această realitate alternativă, care credeţi că ar fi fost reacţia breslei ştiinţifice sau a publicului la o astfel de ipoteză?

Dacă am fi avut la dispoziţie patruzeci de ani pentru a ne obişnui cu dovezile vieţii extraterestre, cred că lumea ar fi considerat această ipoteză mai puţin ciudată după toate celelalte scenarii neobişnuite care explică particularităţile lui Oumuamua. Probabil că lumea şi-ar fi petrecut următorii patruzeci de ani pentru a se organiza astfel încât să fie mai bine pregătită pentru detectarea şi studierea lui Oumuamua; acest lucru le-ar fi permis cercetătorilor să detecteze Oumuamua la începutul lunii iulie 2017, ceea ce le-ar fi oferit suficient timp să lanseze o navă spaţială pentru a întâmpina acest obiect neobişnuit şi a-i fotografia suprafaţa de aproape.

Şi poate că, în loc să aşteptăm până când Iniţiativa Starshot îşi va trimite prima navă cu vele solară în univers, aşa cum facem acum, am putea aştepta datele pe care le vor trimite acele nave pe care le-am lansat cu douăzeci de ani în urmă.

Acest exerciţiu de gândire are două scopuri. Trebuie să ne reamintească faptul că, deşi nu putem controla datele pe care universul le transmite, putem controla modul în care le căutăm, le evaluăm şi ne recalibrăm viitoarele cercetări ştiinţifice. Lumea plină de posibilităţi pe care alegem să le descoperim, limitată de dovezile pe care le adunăm şi asupra cărora reflectează inteligenţa noastră colectivă, determină substanţial în ce lume vor trăi copiii şi nepoţii noştri.

Al doilea scop al acestui exerciţiu de gândire este de a evidenţia o oportunitate ratată.

În 1975, NASA a trimis două module *Viking* pe Marte; aceste mici sonde au ajuns pe Planeta Roşie un an mai târziu. Au efectuat experimente şi au

prelevat mostre de sol pe care apoi le-au analizat. Toate rezultatele au fost transmise înapoi pe Pământ.

Gilbert V. Levin, cercetătorul principal care a condus unul dintre experimentele modulelor *Viking,* numit şi experimentul *labeled release* (cu „eliberare etichetată"), a publicat în octombrie 2019 un articol în *Scientific American* în care susţinea că experimentul a dat rezultate pozitive care au demonstrat că există viaţă pe Marte. „Se pare că avem răspunsul la cea mai importantă întrebare", scria Levin în articolul conceput să aducă dovezi cu privire la viaţa din solul de pe Marte.

Experimentul era simplu: introduceţi nutrienţi în solul de pe Marte şi vedeţi dacă există ceva în sol care îi consumă drept hrană. Modulul a fost echipat cu monitoare de radioactivitate capabile să detecteze orice urme de metabolism pe care le-ar putea produce un astfel de consum. Mai mult, modulul ar putea repeta experimentul după încălzirea solului la o temperatură care ar ucide orice formă de viaţă cunoscută. Dacă în primul experiment s-au găsit dovezi ale metabolismului şi în al doilea nu, asta ne duce cu gândul că viaţa biologică este în plină desfăşurare.

Şi, conform lui Levin, chiar asta a demonstrat experimentul.

Totuşi, alte experimente nu au reuşit să confirme existenţa vieţii pe Marte. Rezultatul primului experiment a fost considerat de NASA unul fals pozitiv. Şi în următoarele decenii niciunul dintre modulele care au amartizat nu a mai fost echipat cu instrumente pentru a continua acest experiment.

NASA şi alte agenţii spaţiale plănuiesc să trimită rovere pe Marte cu echipament conceput pentru a căuta semne de viaţă din trecut. Dispozitivul de pe roverul NASA este numit sugestiv *Scanning Habitable Environments with Raman and Luminescence for Organics and Chemicals* („Scanarea mediilor locuibile cu spectrul Raman şi luminescenţă pentru compuşi organici şi chimici"), pe scurt – SHERLOC. Toţi ne putem consola cu faptul că, oricât de şovăitor, munca de detectiv a ştiinţei continuă.

Postfaţă

Pe 14 septembrie 2020, cercetătorii de pe Pământ au raportat prima oară o posibilă biosemnătură în atmosfera unei alte planete. Această nouă posibilă dovadă a vieţii extraterestre nu a fost descoperită în apropierea unei stele îndepărtate. Mai degrabă a fost găsită chiar aproape de Pământ, în sistemul nostru solar, asemenea lui Oumuamua.

O echipă condusă de Jane Greaves de la Universitatea Cardiff, din Marea Britanie, a descoperit pentru moment un compus chimic numit fosfină (PH_3) în norii planetei noastre învecinate, Venus. Când i-au căutat amprenta spectrală în absorbţia luminii la lungimi de undă milimetrice, au detectat semne de gaz la o altitudine de 56 de kilometri deasupra suprafeţei planetei. În prezent, suprafaţa planetei Venus este prea fierbinte pentru a permite existenţa apei în formă lichidă, aşa că, din câte ştim, solul său stâncos nu permite viaţa. Dar la o asemenea altitudine, temperatura şi presiunea seamănă cu condiţiile de pe Pământ la o atmosferă mai joasă, ceea ce creşte posibilitatea ca microbii să trăiască în interiorul picăturilor lichide care plutesc în atmosfera lui Venus.

Pe Pământ fosfina este un produs al vieţii. Iar în momentul scrierii acestor rânduri, nu au mai fost identificate alte căi alternative din punct de vedere chimic pentru producerea fosfinei la nivelurile detectate în atmosfera venusiană.

Această descoperire potenţială a entuziasmat comunitatea astronomică, la fel cum s-a întâmplat când a fost detectat Oumuamua cu aproape trei ani în urmă. Ca şi atunci, anunţul iniţial a dus în grupul meu de cercetare la o serie de calcule. De exemplu, am calculat împreună cu Manasvi Lingam că densitatea minimă a microbilor necesari pentru a produce fosfina găsită în norul venusian nu este enormă, ci de câteva ori mai mică decât cea găsită în aerul de pe Pământ. Cu alte cuvinte, nu era nevoie să existe prea multă viaţă pe Venus ca semnele acesteia să fie detectabile de pe Pământ. Am mai arătat împreună cu Amir Siraj că asteroizii care trec razant pe lângă planete ar putea distribui microbii între atmosferele dintre Pământ şi Venus, ducând cu gândul la o posibilitate testabilă ca viaţa lor să fi avut un strămoş comun, dacă într-adevăr există viaţă pe Venus.

Ca şi în cazul Oumuamua, fosfina de pe Venus marchează mai degrabă începutul decât sfârşitul unei noi ere de descoperiri. Cercetătorii vor obţine în continuare mai multe date pentru a testa dacă ceea ce au detectat este

real şi vor mai verifica dacă singura cale naturală de a produce fosfină sunt organismele vii. Dovezile concludente ale vieţii vor trebui să aştepte o sondă care va vizita fizic Venus, va extrage material din norii săi şi va căuta microbi în acele probe. Pe scurt, munca detectivistică merge mai departe.

Note (Referinţe, linkuri)

1. Cercetaşul

1 - Uniunea Astronomică Internaţională, „The IAU Approves New Type of Designation for Interstellar Objects”, 14 noiembrie 2017, https://www.iau.org/news/announcements/detail/annl7045/

3. Anomalii

1 - Marco Micheli ş.a., „Nongravitational Acceleration in the Trajectory of 1I/2017 U1 (’Oumuamua)”, *Nature* 559 (2018), pp. 223-226, https://www.ifa.hawaii.edu/~meech/papers/2018/Micheli2018-Nature.pdf

2 - Roman Rafikov, „Spin Evolution and Cometary Interpretation of the Interstellar Minor Obiect 1I/2017 ’Oumuamua”, *Astrophysical Journal* (2018), https://arxiv.org/pdf/1809.06389.pdf

3 - David E. Trilling ş.a., „Spitzer Observations of Interstellar Obiect 1I/’Oumuamua”, *Astronomical Journal* (2018), https://arxiv.org/pdf/1811.08072.pdf

4 - Hui Man-To, Mathew M. Knight, „New Insights into Interstellar Obiect 1I/2017 U1 (’Oumuamua) from SOHO/STEREO Nondetections”, *Astronomical Journal* (2019), https://arxiv.org/pdf/1910.10303.pdf

5 - NASA, „Nearing 3,000 Comets: SOHO Solar Observatory Greatest Cornet Hunter of All Time”, 30 iulie 2015, https://www.nasa.gov/feature/goddard/soho/solar-observatory-greatest-comet-hunter-of-all-time

6 - Darryl Seligman, Gregory Laughlin, „Evidence that 1I/2017 U1 (’Oumuamua) was Composed of Molecular Hydrogen Ice”, *Astrophysical Journal Letters* (2020), https://arxiv.org/pdf/2005.12932.pdf

7 - Sekanina Zdenek, „1I/'Oumuamua as Debris of Dwarf Interstellar Cornet that Disintegrated Before Perihelion", arXiv.org (2019), https://arxiv.org/pdf/1901.08704.pdf

8 - Amaya Moro-Martin, „Could 1I'Oumuamua Be an Icy Fractal Aggregate", *Astrophysical Journal* (2019), https://arxiv.org/pdf/1902.04100.pdf

9 - Sergey Mashehenko, „Modeling the Light Curve of 'Oumuamua: Evidence for Torque and Disk-Like Shape", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (2019), https://arxiv.org/pdf/1906.03696.pdf

10 - Zhang Yun, N.C. Lin Douglas, „Tidal Fragmentation as the Origin of 11/2017 1I'Oumuamua)", *Nature Astronomy* (2020), https://arxiv.org/pdf/2004.07218.pdf

5. Ipoteza velei solare

1 - Echipa de cercetare a Oumuamua de la ISSI, „The Natural History of 'Oumuamua", *Nature Astronomy,* vol. 3 (2019), https://arxiv.org/pdf/1907.01910.pdf

2 - Michelle Starr, „Astronomers Have Analysed Claims 'Oumuamua's an Alien Ship, and It's Not Looking Good", *Science Alert,* 1 iulie 2019, https://www.sciencealert.com/astronomers-have-determined-oumuamua-is-really-truly-not-an-alien-lightsail

6. Scoici şi balize

1 - Aaron Do, Michael A. Tucker, John Tonry, „Interstellar Interlopers: Number Density and Origin of 'Oumuamua-Like Objects", *Astrophysical Journal* (2018), https://arxiv.org/pdf/1801.02821.pdf

2 - Amaya Moro-Martin, „Origin of 1I'Oumuamua. I. An Ejected Protoplanetary Disk Obiect?", *Astrophysical Journal* (2018), https://arxiv.org/pdf/1810.02148.pdf; Amaya Moro-Martin, „II. An Ejected Exo-Oort Cloud Obiect", *Astronomical Journal* (2018), https://arxiv.org/pdf/1811.00023.pdf

3 - Eric Mamajek, „Kinematics of the Interstellar Vagabond 1I/'Oumuamua (A/2017 U1)", *Research Notes of the American Astronomical Society* (2017), https://arxiv.org/abs/1710.11364

7. Învăţând de la copii

1 - Giuseppe Cocconi, Philip Morrison, „Searching for Interstellar Communications", *Nature,* vol. 184, nr. 4690 (19 septembrie 1959), pp. 844-846, http: //www.iaragroup.org/_OLD/seti/pdf_IARA/cocconi.pdf

2 - Adam Mann, „Intelligent Ways to Search for Extraterrestrials", *New Yorker* (3 octombrie 2019)

3 - Jason Wright, „SETI is a Very Young Field (Academically)", *Astro Wright* (blog), 23 ianuarie 2019, https://sites.psu.edu/astrowright/2019/01/23/seti-is-a-very-young-field-academically/

9. Filtre

1 - Silpa Kaza ş.a., „What a Waste 2.0: a Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050", Banca Mondială (2018), https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317

2 - Mario Livio, „Winston Churchill's Essay on Alien Life Found", *Nature* (2017), https://www.nature.com/news/winston-churchills-essay-on-alien-life-found-1.21467; Brian Handwerk, „«Are we Alone in the Universe?» Winston Churchill's Lost Extraterrestrial Essay Says No", SmithsonianMag.com, 16 februarie, 2017, https://www.smithsonianmag.com/science-nature/winston-churchill-question-alien-life-180962198/

13. Singularităţi

1 - Puteţi urmări un videoclip cu discursul lui Hawking de la mine de acasă, din data de 22 aprilie 2016, la acest link: https://www.cfa.harvard.edu/loeb/SI.html

Concluzii

1 - Gilbert V. Levin, „I'm Convinced We Found Evidence of Life on Mars in the 1970 s", *Scientific American,* 10 octombrie 2019, https://blogs.scientificamerican.com/observations/imconvinced-we-found-evidence-of-life-on-mars-in-the-1970s/

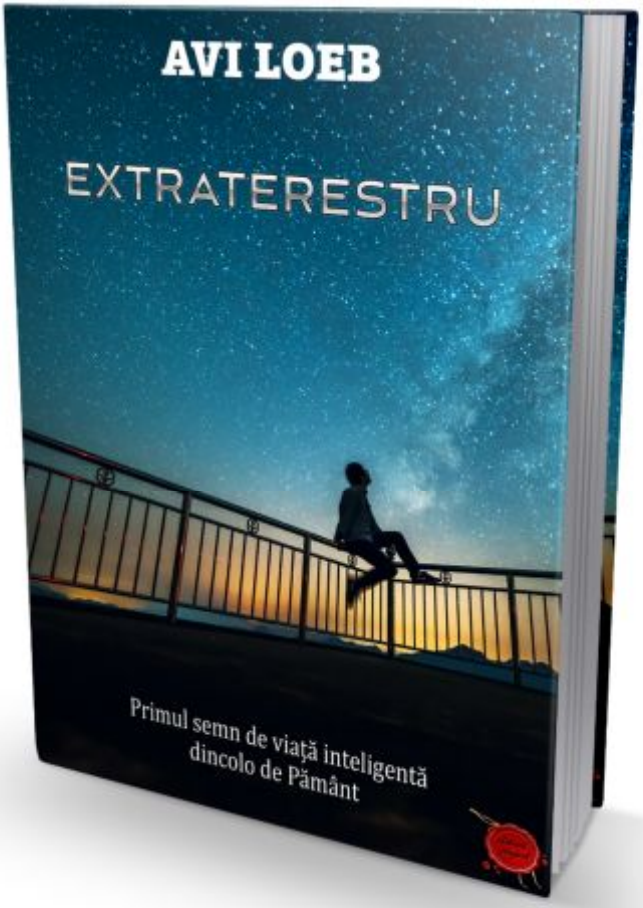
Postfaţă

1 - J. Greaves ş.a., „Phosphine Gas in the Cloud Decks of Venus", *Nature Astronomy* (2020), https://arxiv.org/fpt/arxiv/papers/2009/2009.06593.pdf

2 - S. Seager ş.a., „The Venusian Lower Atmosphere Haze as a Depot for Desiccated Microbial Life: a Proposed Life Cycle for Persistence of the Venusian Aerial Biosphere", *Astrobiology* (2020), https://arxiv.org/fpt/arxiv/papers/2009/2009.06474.pdf

3 - Lingam M., A. Loeb, „On the Biomass Required to Produce Phosphine Detected in the Cloud Decks of Venus", *arxiv.org* (2020), https://arxiv.org/pdf/2009.07835.pdf

4 - Siraj A., A. Loeb, „Transfer of Life Between Earth and Venus with Planet-Grazing Asteroids", *arxiv.org* (2020), https://arxiv.org/pdf/2009.09512.pdf



virtual-project.eu